ILIUSTRUOTAS FIZIKOS ŽINYNAS

Čia yra viskas, ką vertėtų žinoti



UDK 53(031)
Ox-01

THE USBORNE ILLUSTRATED DICTIONARY OF PHYSICS
Chris Oxlade, Corinne Stockley and Jane Wertheim
First published in 1986 Usborne Publishing Ltd, London
ISBN 0 86020 987 3

Oxlade, Chris

Ox-01 Iliustruotas fizikos žinynas / Chris Oxlade, Corinne Stockley, Jane Wertheim. — Kaunas: Šviesa, 1997. — 128 p.: iliustr.

R-klė: p. 116—127. — Tiražas 8 000 egz.
ISBN 5-430-02261-6
Šioje knygoje aiškinamos svarbiausios fizikos sąvokos, pateikiami trumpi ir aiškūs jų apibrėžimai. Medžiaga išdėstyta temomis, kad būtų galima greičiau rasti reikiamą terminą.
Skiriama vidurinių mokyklų aukštesniųjų klasių mokiniams, visiems tiems, kas rengiasi stoti į aukštąsias mokyklas.

UDK 53(031)

Akcinė bendrovė leidykla „Šviesa" leidžia šią knygą ir latvių bei estų kalbomis

ISBN 5-430-02261-6

ILIUSTRUOTAS FIZIKOS ŽINYNAS
Autoriai Chris **Oxlade**, Corinne **Stockley**
ir Jane **Wertheim**
Vertimą recenzavo prof. *Antanas Rimvidas Bandzaitis*
Redaktorė *Zita Šliavaitė*
Lietuvišką tekstą rinko „Šviesos" leidyklos kompiuterių baras

SL 259. 1997 07 16. 11,5 leidyb. apsk. l. Tir. 8 000 egz.
Leid. Nr. 13426. Užsak. Nr. 509.
Akcinė bendrovė leidykla „Šviesa", Vytauto pr. 25, 3000 Kaunas.
Spausdino AB „Vilspa", Viršuliškių skg. 80, 2056 Vilnius.
Sutartinė kaina

Apie šią knygą

Fizika — mokslas apie medžiagos savybes, įvairias energijos rūšis ir jų poveikį mus supančiam pasauliui. Šioje knygoje temos suskirstytos į šešias pagrindines dalis, pažymėtas skirtingomis spalvomis.

Mėlynoji dalis Mechanika ir bendroji fizika — jėgos, energija, medžiagų savybės.

Geltonoji dalis Šiluminė energija, jos poveikis, matavimas bei perdavimas.

Raudonoji dalis Bangų energija, jų savybės ir ypatingos rūšys.

Žalioji dalis Elektrostatika ir elektros srovė, magnetai ir magnetizmas.

Rožinė dalis Atomų ir branduolių sandara, savybės ir energija. Radioaktyvumas, branduolių skilimas ir sintezė.

Nespalvotoji dalis Diagramos ir lentelės, susijusios su ankstesnėmis knygos temomis, taip pat informacija apie eksperimento duomenų apdorojimą.

Kaip naudotis šia knyga

Ja galima naudotis kaip žodynu arba kartojimo žinynu. Apibrėžimai joje išdėstyti pagal temas, todėl visi su ta pačia tema susiję žodžiai grupuojami kartu, dažniausiai viename atverstinyje. Temos išvardytos turinyje (p. 128). Rodyklė (p. 116—127) sudaro žinyno informacinę dalį. Joje visos sąvokos išdėstytos pagal abėcėlę, o puslapių numeriai nurodyti ir pagrindinių, ir papildomų straipsnių. Papildomos informacijos apie rodyklę rasite 116 puslapyje.

Naudojimosi knyga raktas

1. Prieš kiekvieną pagrindinę sąvoką padėtas taškas, o svarbiausias straipsnio žodis atspausdintas juodu šriftu, pavyzdžiui:

•**Tamprumas**.

2. Tuoj po svarbiausio žodžio pateiktas jo sinonimas, kaip antai:

•**Ekranavimas**, arba **uždengimas** (kai yra tik vienas sinonimas)

•**Areometras**, arba **densimetras**, arba **tankiamatis** (kai yra daugiau nei vienas sinonimas).

3. Juodu šriftu taip pat atspausdinta daug kitų žodžių. Taip gali būti, kai šioje vietoje jie pavartojami arba apibrėžiami pirmą kartą arba jų apibrėžimas pateikiamas viename iš atverstinio puslapių.

4. Jei žodis atspausdintas juodu šriftu ir prie jo pažymėta žvaigždutė (*), puslapio apačioje esančioje išnašoje nurodoma, kur jo ieškoti.

5. Štai tipiška išnaša:
*__Branduolys__, 82; **Dipolis**, **Indukuotasis magnetizmas**, 71; **Inklinatorius**, 73 (**Inklinacija**).

a) Terminas **branduolys** aiškinamas 82 puslapyje; tekste jis kartais gali būti pateiktas ir ne vardininko linksniu arba daugiskaita, pavyzdžiui, **branduoliai***.

b) Terminą **inklinatorius** galima rasti knygos 73 puslapyje, kur pateikiamas pagrindinės sąvokos **inklinacija** apibrėžimas.

Atomai ir molekulės

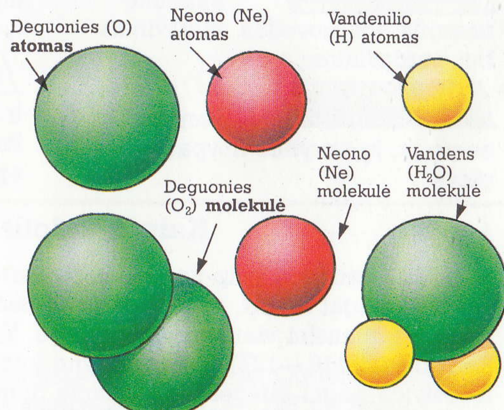
Graikai tikėjo, kad medžiaga sudaryta iš mažyčių dalelių, vadinamų **atomais**. Vėliau ši idėja buvo išplėtota — sukurtos tokios teorijos, kaip **kinetinė teorija**, kurias galima sėkmingai taikyti detaliai aiškinant fizikinę medžiagų prigimtį bei savybes. Medžiagos **agregatinė būsena** (fazė) priklauso nuo tos medžiagos prigimties, temperatūros ir ją veikiančio slėgio. Būsenos kitimą lemia slėgio ir temperatūros kitimas (smulkiau apie tai skaitykite p. 30, skyrelyje **būsenos kitimas**).

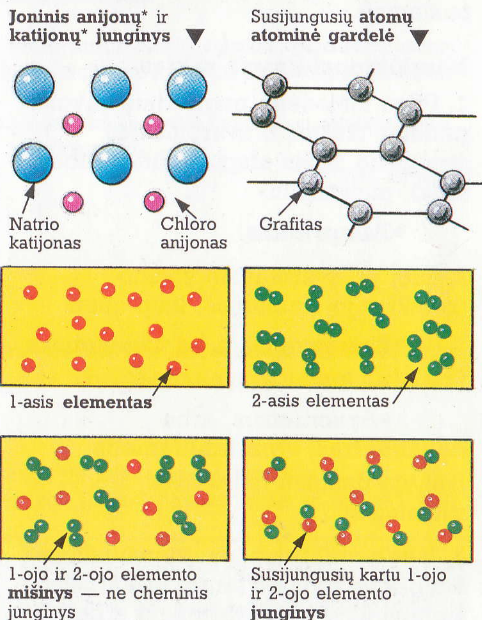
• **Atomas**. Mažiausia galinti egzistuoti medžiagos dalelė, kuriai dar būdingos tos medžiagos savybės. Vidinė atomų sandara paaiškinta p. 82—83. Atomai labai maži, jų spindulys yra maždaug 10^{-10} m, o masė — apie 10^{-25} kg. Atomai gali virsti **jonais***(elektringosiomis dalelėmis), prarasdami arba pagaudami **elektronus***(žr. **jonizaciją**, p. 88).

• **Molekulė**. Mažiausia savarankiškai egzistuojanti medžiagos dalelė. Ją gali sudaryti įvairus skaičius atomų — nuo vieno (pvz., neono molekulę) iki daugelio tūkstančių (kaip antai baltymų molekulę), — išlaikomų kartu **elektromagnetinių jėgų***. Grynosios medžiagos visos molekulės sudarytos iš tokių pačių vienodai išsidėsčiusių atomų.

• **Elementas**. Medžiaga, kuri į paprastesnes medžiagas negali būti suskaidyta cheminėmis reakcijomis. Visų to paties elemento atomų **branduoliuose*** yra vienodas skaičius **protonų*** (žr. **atominį skaičių**, p. 82).

• **Junginys**. Medžiaga, kurios **molekulės** sudarytos iš dviejų ar daugiau chemiškai susijungusių **elementų atomų** ir kurią galima suskaidyti į paprastesnes medžiagas. **Mišinys** neturi cheminių ryšių, todėl negali būti laikomas junginiu.





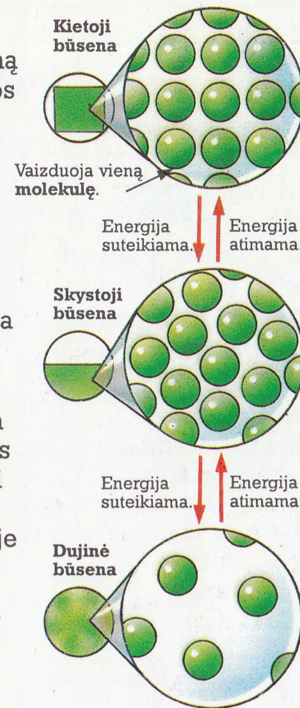
• **Kietoji būsena**. **Būsena**, kurioje medžiaga turi apibrėžtą tūrį ir formą bei priešinasi jėgai, bandančiai juos pakeisti.

• **Skystoji būsena**. **Būsena**, kurioje medžiaga teka ir įgyja indo, į kurį yra supilta, formą. Ši būsena yra tarpinė tarp **kietosios** ir **dujinės**.

• **Dujinė būsena**. Tokios **būsenos** medžiaga užpildo indą, kuriame yra laikoma. Šios būsenos medžiagų tankis palyginti mažas.

• **Dujos**. **Dujinės būsenos** medžiaga aukštesnės už **krizinę** temperatūros sąlygomis. Jos negalima suskystinti vien didinant slėgį — pirmiausia reikia sumažinti temperatūrą, kurioje galėtų formuotis **garai**.

• **Garai**. **Dujinės būsenos** medžiaga žemesnės už **krizinę** temperatūros sąlygomis (žr. **dujas**). Ją galima suskystinti vien didinant slėgį.



Molekulės svyruoja apie pusiausvyros padėtis, turėdamos **svyravimo (vibracinės) energijos***.

Vidutinė molekulės **šiluminio judėjimo** (medžiagos **vidinė**) **energija*** yra daug mažesnė už tą, kurios reikia molekulei atplėšti nuo kitų.

Suteikta energija suardo tvarkingą molekulės svyravimą — dabar molekulė gali judėti aplinkoje, todėl ji dar turi **slenkamojo judėjimo** (arba **transliacinės**) ir **sukamojo judėjimo** (arba **rotacinės**) **energijos***.

Vidutinė molekulės šiluminio judėjimo energija yra didesnė už jos sąveikos su gretimomis molekulėmis potencinę energiją, bet mažesnė už vidutinę potencinę molekulės energiją visų skysčio molekulių sukurtame lauke.

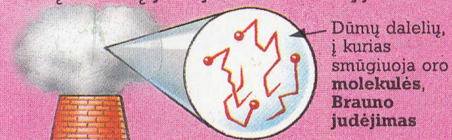
Molekulės yra toli viena nuo kitos — faktiškai jos juda nepriklausomai, todėl **tarpmolekulinių jėgų*** galima nepaisyti.

Vidutinė molekulės šiluminio judėjimo energija daug didesnė už tą, kuri reikalinga molekulei atsiplėšti nuo kitų.

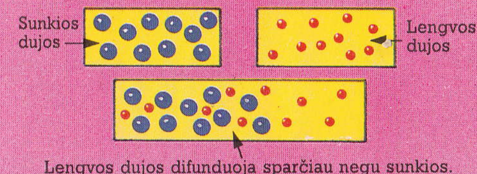
Kinetinė teorija

Kinetinė teorija aiškina skirtingas fizikinių būsenų savybes **molekulių** judėjimo požiūriu. Kietuosiuose kūnuose molekulės yra arčiausiai viena kitos, turi mažiausiai energijos ir dėl to mažiausiai juda. Skysčiuose jos labiau nutolusios viena nuo kitos ir turi daugiau energijos, o dujose išsidėsčiusios toliausiai, be to, turi daugiausiai energijos. Žiūrėkite iliustraciją puslapio viršuje, dešinėje.

• **Brauno judėjimas**. Netvarkingas smulkių dalelių judėjimas vandenyje arba ore. Jis patvirtina kinetinę teoriją, nes akivaizdžiai rodo, kad yra sukeltas kitų, nematomų, dar mažesnių dalelių (vandens ar oro **molekulių**) smūgių.



• **Difuzija**. Savaiminis skirtingų dujų, garų ar skysčių maišymasis laikui bėgant. Difuzija aiškinama kinetine teorija, nes dalelės susimaišo judėdamos. Pastebėta, kad difuzija dujose yra spartesnė negu skysčiuose.



Lengvos dujos difunduoja sparčiau negu sunkios.

• **Grahemo difuzijos dėsnis**. Jis teigia: kai **dujų** temperatūra ir slėgis yra pastovūs, **difuzijos** greitis atvirkščiai proporcingas kvadratinei šakniai iš jų tankio.

$$\text{Difuzijos greitis} \sim \frac{1}{\sqrt{\text{dujų tankis}}}.$$

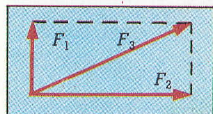
*Anijonai, Katijonai, 88 (Jonizacija); Branduolys, 82; Elektromagnetinė jėga, 6; Elektronai, 83; Jonai, 88 (Jonizacija); Protonai, 82.

*Slenkamojo judėjimo (arba transliacinė), sukamojo judėjimo (sukimosi, arba rotacinė) ir svyravimo (arba virpesių, arba vibracinė) energija, 9 (Kinetinė energija); Tarpmolekulinė jėga, 7; Vidinė energija, 9.

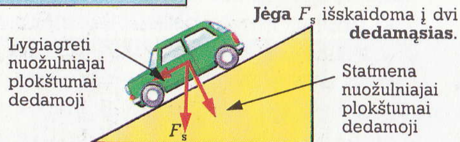
Jėgos

Jėga keičia kūno formą arba jo judėjimą. Viena jėga keičia tik kūno greitį (t. y. suteikia kūnui **pagreitį***), o dvi lygios, bet priešingų krypčių jėgos — kūno formą arba dydį. Jėga — **vektorinis dydis***, turintis tiek modulį (didumą), tiek kryptį. Ji matuojama **niutonais**. Pagrindinės jėgų rūšys — tai **gravitacinės**, **magnetinės**, **elektrinės** ir **branduolinės jėgos**. Pirmosios trys jų palyginamos p. 104—107.

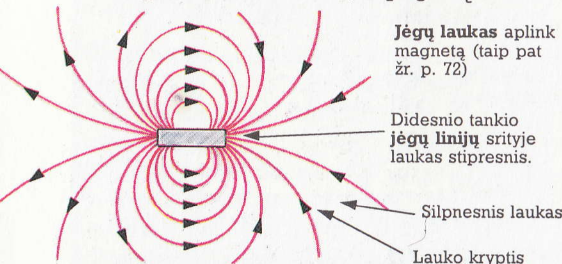
Jėgos vaizduojamos tiesiomis strėlėmis (jų ilgis atitinka jėgų didumą, o kryptis rodo jėgų veikimo kryptį).



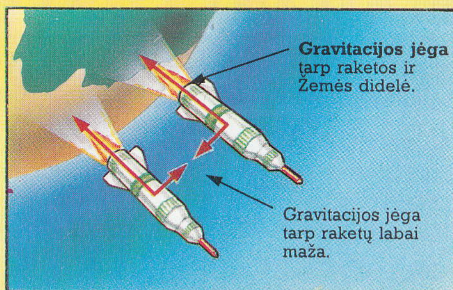
Jėgų F_1 ir F_2 veikimas toks pat, kaip jėgos F_3 (**atstojamosios jėgos**). F_1 ir F_2 yra jėgos F_3 **dedamosios** (**komponentai**, arba **sandai**).



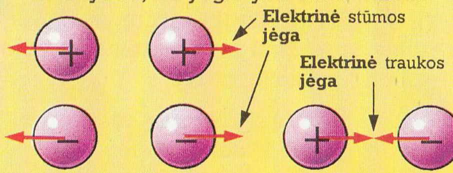
- **Niutonas** (**N**). Jėgos **SI vienetas***. Vienas niutonas lygus jėgai, kuri suteikia 1 kg masės kūnui 1 m/s² pagreitį.



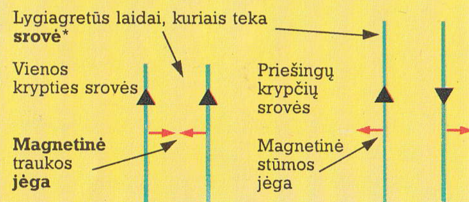
- **Jėgos laukas**. Jėgos veikimo sritis, substancija, perduodanti jėgą. Didžiausias nuotolis, kuriuo jėga dar veikia, vadinamas jėgos veikimo **siekiu**. Jėgų laukai vaizduojami jėgų didumą ir kryptį rodančiomis jėgų linijomis su rodyklėmis (taip pat žr. p. 58 ir 72).



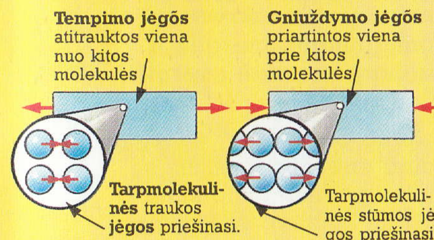
- **Gravitacijos jėga**, arba **sunkio jėga**, arba **sunkis**. Traukos jėga, kuria vienas iš dviejų turinčių masę kūnų veikia kitą (taip pat žr. p. 18—19). Jei kūnai nelabai masyvūs, ta jėga yra visai maža.



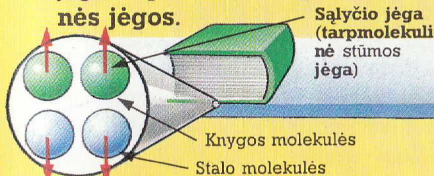
- **Elektrinė**, arba **elektrostatinė**, **jėga**. Jėga, kuria viena elektringoji dalelė veikia kitą (taip pat žr. p. 56). Jei dalelių krūviai vienarūšiai, jos veikia viena kitą stūmos jėga, jei įvairiarūšiai, — traukos jėga.
- **Elektromagnetinė jėga**. Glaudžiai tarpusavy susijusių ir sunkiai perskiriamų **elektrinės** ir **magnetinės jėgų** visuma.
- **Magnetinė jėga**. Jėga, kuria vienas judantis krūvis veikia kitą. Tie krūviai gali būti elektros **srovės*** (taip pat žr. p. 70) arba **elektronai***, judantys **elektroniniuose apvalkaluose***.



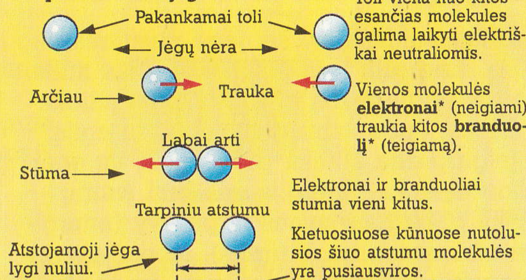
- **Tarpmolekulinė jėga**. **Elektromagnetinė jėga**, kuria viena molekulė veikia kitą. Jėgos didumas ir kryptis kinta keičiantis atstumui tarp molekulių (žr. paveikslą dešinėje).
- **Tempimo jėga**. Lygios ir priešingų krypčių jėgos, veikiančios priešingus kūno galus ir didinančios jo ilgį. Šioms jėgoms priešinasi **tarpmolekulinės jėgos**.



- **Gniuždymo jėga**. Lygios ir priešingų krypčių jėgos, veikiančios priešingus kūno galus ir mažinančios jo ilgį. Šioms jėgoms priešinasi **tarpmolekulinės jėgos**.



- **Sąlyčio jėga**. **Tarpmolekulinė** stūmos **jėga**, veikianti tarp dviejų susilietusių kūnų molekulių.
- **Branduolinė jėga**. Bet kokių dviejų atomo branduolio dalelių (**protonų*** ir **neutronų***) traukos jėga. Ji kompensuoja **elektrinę** protonų stūmos **jėgą** ir išlaiko daleles branduolyje (taip pat žr. p. 84).



- **Trinties jėga**. Jėga, kuri priešinasi dviejų susilietusių paviršių judėjimui vienas kito atžvilgiu ir atsiranda dėl tų paviršių **tarpmolekulinių jėgų** poveikio. Ji būna dviejų rūšių: **ribinės** (arba **rimties**) **trinties** ir **judėjimo** (arba **dinaminės**) **trinties jėga**.
- **Ribinės**, arba **rimties**, arba **statinės**, **trinties jėga**. Didžiausia **trinties jėga** tarp dviejų paviršių. Ji atsiranda, kai tie paviršiai yra ties slydimo vienas kito atžvilgiu riba.
- **Judėjimo** (**dinaminės**) **trinties jėga**. Būna dvejopa: **slydimo** arba **riedėjimo trinties jėga**. Pirmoji atsiranda tarp paviršių, slystančių, antroji — tarp riedančių vienas kito atžvilgiu. Šiek tiek mažesnė už **ribinės trinties jėgą**.



$$\mu = \frac{\textbf{trinties jėga } (F)}{\textbf{statmenoji sąlyčio jėga } (R)}.$$

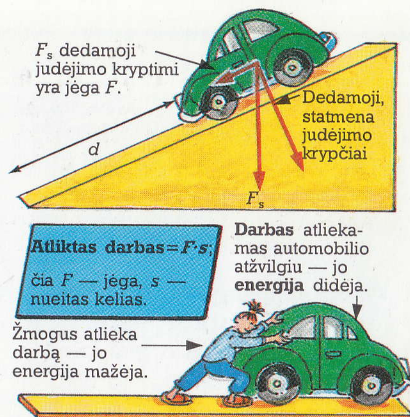
- **Trinties koeficientas** (μ). **Trinties jėgos** tarp dviejų paviršių ir jėgos, kuri juos spaudžia vieną prie kito (**statmenosios sąlyčio jėgos**), santykis. Jis gali būti dvejopas: **ribinės trinties koeficientas** ir **judėjimo trinties koeficientas**.

*Elektronai, Elektroninis apvalkalas, 83; Elektros srovė, 60; Pagreitis, 11; SI vienetai, 96; Vektorinis dydis, 108.

*Branduolys, 82; Elektronai, 83; Neutronai, Protonai, 82.

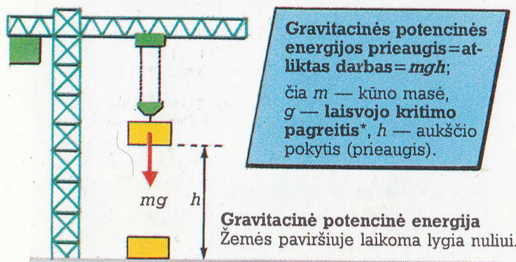
Energija

Darbas atliekamas, kai jėga pastumia kūną. **Energija** yra kūno gebėjimas atlikti darbą. Jeigu darbą kūno atžvilgiu atlieka išorinės jėgos, kūnas sukaupia energiją, o jeigu darbą atlieka pats kūnas, jis energijos netenka. Energija gali būti įvairių rūšių, o jos gali keistis tarpusavy (energijos **virsmas**, arba **kitimas**), tačiau energija negali būti iš nieko sukurta ar dingti (**energijos tvermės dėsnis**). Energijos ir darbo **SI vienetas*** yra **džaulis (J)**.



•**Potencinė energija** (E_p). Kūno energija, susijusi su jo padėtimi **jėgų lauke***. Jeigu išorinės jėgos, perkeldamos kūną jėgų lauke, atlieka darbą, tai kūnas energiją „kaupia“.

Potencinė energija gali būti trijų rūšių: **gravitacinė potencinė energija**, **elektromagnetinė energija** ir **branduolių potencinė energija** (atitinka žinomus jėgų laukus).



Gravitacinė potencinė energija Žemės paviršiuje laikoma lygia nuliui.

•**Gravitacinė potencinė energija. Potencinė energija**, susijusi su vieno kūno padėtimi kito kūno (pavyzdžiui, Žemės), veikiančio pirmąjį **gravitacijos jėga***, atžvilgiu. Pirmąjį kūną tolinant nuo antrojo (keliant aukštyn), išorinės jėgos atlieka darbą, todėl gravitacinė potencinė energija didėja.

•**Elektromagnetinė energija. Energija**, susijusi su kūno padėtimi **elektromagnetinių jėgų* lauke***.

•**Potencinė tamprumo energija**, arba **įtempimo energija**. Tai gali būti **potencinė molekulių energija**, kurią sukaupia ištemptas ar suspaustas kūnas. Ji lygi darbui, kuris atliekamas įveikiant **tarpmolekulines jėgas***.

•**Molekulių potencinė energija. Elektromagnetinė energija**, susijusi su molekulių padėtimi viena kitos atžvilgiu. Ji didėja, kai darbas atliekamas įveikiant **tarpmolekulines jėgas***.

•**Cheminė energija**. Medžiagų, kaip antai kuro, maisto ir baterijų cheminės medžiagos, sukaupta energija. Ji išsiskiria vykstant cheminėms reakcijoms, pvz., šilumos pavidalu, degant kurui, kai keičiasi atomų ir molekulių **elektromagnetinė energija**.

Potencinė tamprumo energija sukaupiama sulenkiant strypą.

Tempimo jėga* viršuje

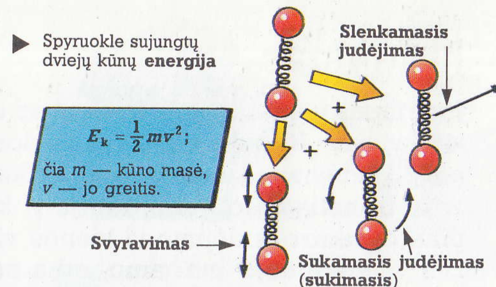
Dalelių trauka (žr. **tarpmolekulinę jėgą**, p. 7). Sukaupiama **molekulių potencinė energija**.



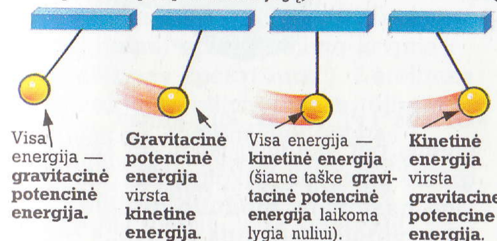
*Elektromagnetinė jėga, 6; Gniuždymo jėga, 7; Gravitacijos jėga, Jėgų laukas, 6; Laisvojo kritimo pagreitis, 18; SI vienetai, 96; Tarpmolekulinė jėga, Tempimo jėga, 7.

•**Branduolių potencinė energija. Potencinė energija**, sukaupta atomo **branduolyje***. Ji išsiskiria vykstant **radioaktyviajam skilimui***.

•**Kinetinė energija** (E_k). Judėjimo **energija**. Ji gali būti **slenkamojo judėjimo** ir **sukamojo judėjimo (sukimosi)**.

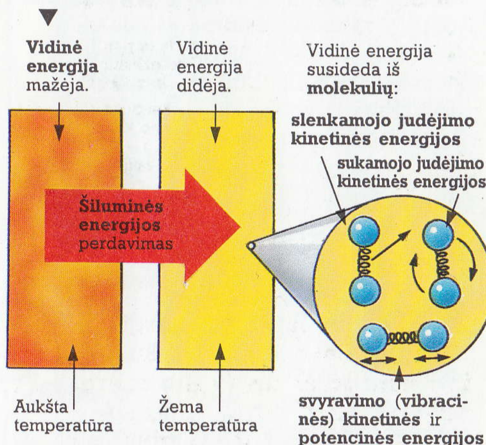


Spyruoklės **mechaninė energija** pastovi (jei nepaisome pasipriešinimo jėgų).



•**Mechaninė energija**. Kūno **kinetinės energijos** ir **gravitacinės potencinės energijos** suma.

•**Vidinė energija**. Kiekvienos kūno molekulės **kinetinės energijos** ir **potencinės energijos** suma. Jei kūno temperatūra kyla, didėja ir jo vidinė energija.



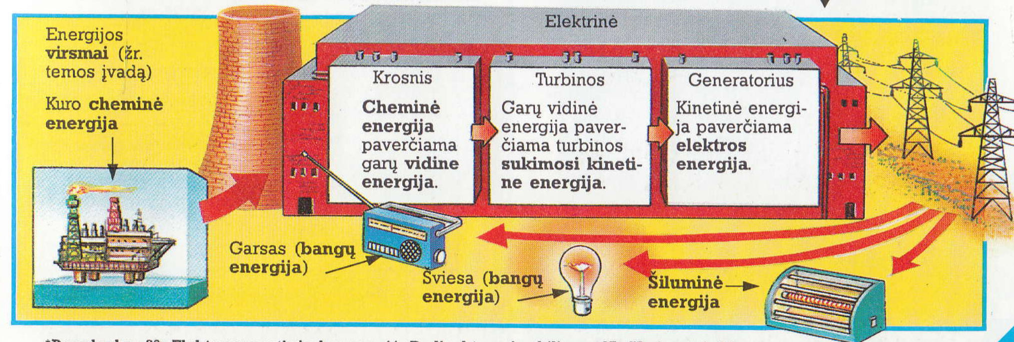
•**Šiluminė energija**, arba **šilumos kiekis**, arba **šiluma**. Energija, kuri savaime perduodama iš aukštesnės temperatūros vietos į žemesnės temperatūros vietą (žr. p. 28—33). Kai kūnas sugeria šilumą, jo **vidinė energija** padidėja.

•**Bangų energija**. Energija, susijusi su bangomis. Pvz., vandens bangos energija susideda iš **gravitacinės potencinės energijos** ir vandens molekulių **kinetinės energijos**.

•**Elektros** ir **magnetinė energija**. Energijos rūšys, susijusios su pačiu elektros krūviu ir jo judėjimu (srove). Šių rūšių energija apskritai vadinama **elektromagnetine energija**.

•**Spinduliuotės energija. Elektromagnetinių bangų*** ar dalelių srautų energija. Taip pat žr. p. 28 ir 86—87.

•**Galia**. Darbo atlikimo arba energijos kitimo greitis. Galios **SI vienetas*** yra **vatas (W)**, lygus vienam džauliui sekundei.



*Branduolys, 82; Elektromagnetinės bangos, 44; Radioaktyvusis skilimas, 87; SI vienetai, 96.

Judėjimas

Judėjimas — tai kūno padėties ar orientacijos kitimas. **Kietojo** kūno (pastovios formos kūno) judėjimas susideda iš **slenkamojo**, arba **transliacinio, judėjimo**, t. y. kūno **masės centro** judėjimo iš vienos vietos į kitą, ir **sukamojo judėjimo**, arba **sukimosi**, t. y. judėjimo apie kūno masės centrą. Taškinių kūnų judėjimą tiria **kinematika**.

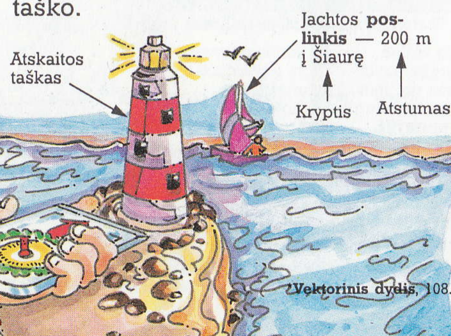
Tiesiaeigis judėjimas

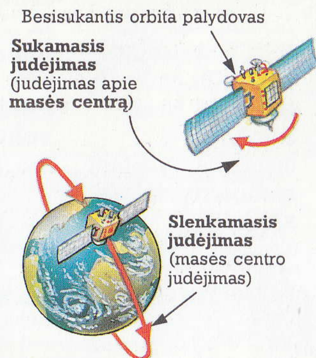
Tiesiaeigis, arba **linijinis, judėjimas** — tai judėjimas išilgai tiesės. Jis yra paprasčiausias **slenkamasis judėjimas** (žr. įvadą). Tiesiaeigis kietojo kūno judėjimas apibūdinamas kaip jo **masės centro** judėjimas.

•**Masės centras**. Taškas, kuris veikia taip, lyg jame būtų sutelkta visa kūno masė. **Kietojo kūno** masės centras (žr. įvadą) sutampa su jo **gravitacijos centru** (tašku, kuriame Žemės gravitacijos jėga veikia kūną).



•**Poslinkis**. Kūno atstumas ir kryptis fiksuoto atskaitos taško atžvilgiu. Poslinkis yra **vektorinis dydis***. Kūno padėtį galima nusakyti poslinkiu nuo apibrėžto taško.



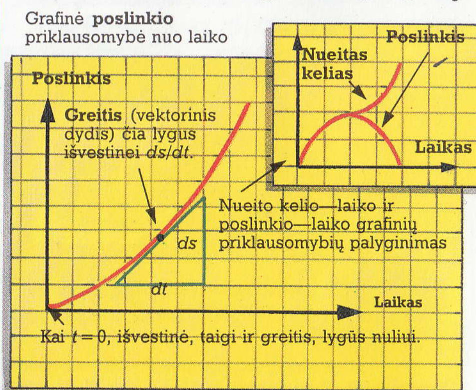


•**Greitis** (v). Kelias, kurį kūnas nueina per vienetinį laiką. Jei kūno greitis pastovus, sakoma, kad kūnas juda **pastovaus modulio greičiu**. Kūno **vidutinis greitis** v_{vid} lygus per tam tikrą laiką nueito kelio ir to laiko santykiui. **Momentiniu greičiu** vadinamas kūno greitis bet kuriuo laiko momentu.



•**Greitis** (vektorinis dydis). Kūno **greitis** ir kryptis (t. y. kūno **poslinkis** per vienetinį laiką). Šiuo atveju greitis yra **vektorinis dydis***. **Pastovus greitis**, **vidutinis greitis** ir **momentinis greitis** (kaip vektoriai) apibrėžiami panašiai kaip **pastovaus modulio** ir kiti **greičiai** (žr. greitį).

Grafinė **poslinkio** priklausomybė nuo laiko

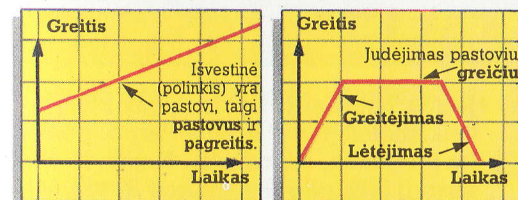


*Vektorinis dydis, 108.

•**Reliatyvusis greitis**. **Greitis**, kuriuo juda kūnas galinčio judėti stebėtojo atžvilgiu. Jis vadinamas reliatyviuoju kūno greičiu stebėtojo atžvilgiu.

•**Pagreitis**. Kūno **greičio** pokytis per vienetinį laiką. Pagreitis yra **vektorinis dydis***. Kūnas juda turėdamas pagreitį, jei kinta jo greičio modulis (dažniausiai pasitaikantis atvejis yra **tiesiaeigis judėjimas**) arba judėjimo kryptis (**judėjimas apskritimu***). **Lėtėjimas** tam tikra kryptimi yra **greitėjimas** priešinga kryptimi (neigiamas greitėjimas). Kūnas, kurio greitis per vienodus laiko tarpus pakinta vienodu dydžiu, juda **pastoviu pagreičiu**.

Greičio priklausomybės nuo laiko grafikai

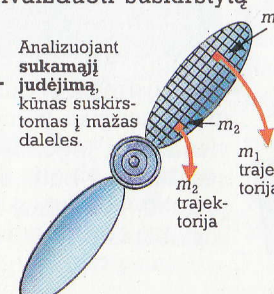


Per vienodus laiko tarpus kūnas nueina vis didesnį kelią. | Iš pradžių atstumas didėja, po to lieka pastovus, dar vėliau mažėja.

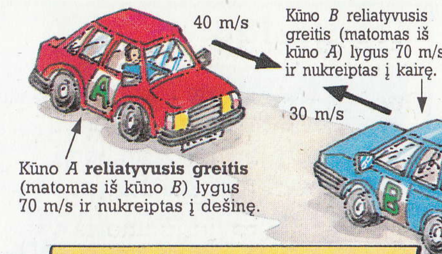


Sukamasis judėjimas

Sukamasis judėjimas, arba **sukimasis** — tai kūno sukimasis apie jo **masės centrą**. Besisukančio kūno kiekviena dalis juda skirtinga trajektorija, todėl skaičiuojant negalima kūno laikyti viena visuma (tašku). Jį reikia įsivaizduoti suskirstytą į mažas daleles ir kiekvienos jų **judėjimą apskritimu*** analizuoti atskirai. Iš to galima susidaryti vaizdą apie viso kūno judėjimą.



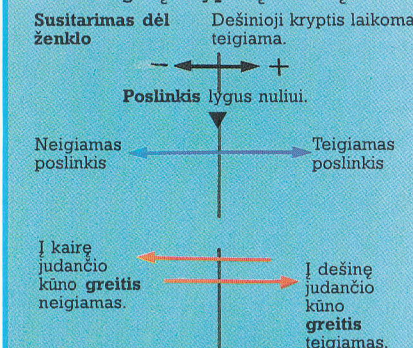
*Judėjimas apskritimu, 17; Vektorinis dydis, 108.



$$v = v_0 + at,$$
$$s = 1/2\,(v_0 + v)t,$$
$$s = v_0 t + 1/2\,at^2,$$
$$v^2 = v_0^2 + 2as;$$

čia t — laikas, v_0 — pradinis **greitis** laiko momentu $t=0$, v — galinis greitis praėjus laikui t, s — **poslinkis** praėjus laikui t, a — **pagreitis** (pastovus).

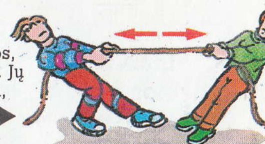
•**Tolygiai kintamo judėjimo lygtys**. Lygtys, taikomos apskaičiuojant **tiesiaeigį judėjimą pastoviu pagreičiu** apibūdinančius dydžius. Čia būtina atkreipti dėmesį į dydžių **ženklą**. Lygtyse vartojamas ne kelias, o **poslinkis**, todėl reikia atsižvelgti į krypčių kitimą.



•**Susitarimas dėl ženklo**. Šis būdas taikomas judėjimui priešingomis kryptimis atskirti. Viena kryptis pasirenkama teigiama, tuomet kita laikoma neigiama. Susitarti dėl ženklo būtina, kai remiamasi judėjimo lygtimis (žr. aukščiau).

Dinamika

Dinamika nagrinėja ryšį tarp kūno judėjimo ir tą kūną veikiančių jėgų. Viena jėga, veikdama kūną, keičia jo greičio modulį ir/arba kryptį (t. y. suteikia kūnui **pagreitį***). Jei veikia dvi ar daugiau jėgų, kurių atstojamoji lygi nuliui, kūnas neįgyja pagreičio, bet keičia savo formą.



Virvę veikia dvi lygios, bet priešingos jėgos. Jų atstojamoji lygi nuliui, todėl virvė neįgyja pagreičio, bet išsitempia.



Jėgos nelygios. Virvė išsitempia ir kartu įgyja atstojamosios jėgos suteikiamą pagreitį, nukreiptą į kairę.

•**Niutono dinamikos dėsniai**. Tai XVIII a. septintojo dešimtmečio pabaigoje I. Niutono (Newton) suformuluoti trys dėsniai, siejantys jėgą ir judėjimą.



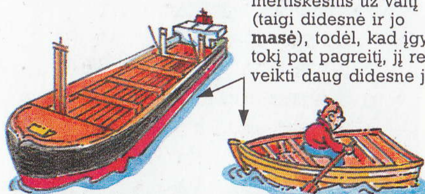
Kūną veikiančios jėgos yra lygios — atstojamoji jėga, taigi ir pagreitis, lygūs nuliui.

Atstojamoji jėga lygi nuliui, vadinasi, greitis pastovus.

•**Pirmasis Niutono dinamikos dėsnis**. Jei kūnas nejuda arba jo greičio modulis bei kryptis pastovūs, tai kūną veikianti atstojamoji jėga lygi nuliui.

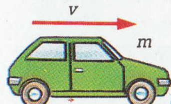
•**Masė**. **Inercijos** matas. Jėga, kurios reikia suteikti kūnui tam tikrą pagreitį, priklauso nuo to kūno masės — kuo didesnė masė, tuo didesnė jėga.

•**Inercija**. Kūno savybė priešintis greičio kitimui (t. y. jėgai, suteikiančiai kūnui pagreitį). Ji matuojama **mase**.



Laivas yra gerokai inertiškesnis už valtį (taigi didesnė ir jo **masė**), todėl, kad įgytų tokį pat pagreitį, jį reikia veikti daug didesne jėga.

•**Judesio kiekis**, arba **kūno impulsas**. Dydis, lygus kūno **masės** ir jo greičio sandaugai. Greitis yra **vektorinis dydis***, todėl ir judesio kiekis — vektorinis dydis. Žr. taip pat **judesio kiekio tvermės dėsnį**.



Judesio kiekis = mv;
čia m — masė, v — greitis (vektorinis dydis).

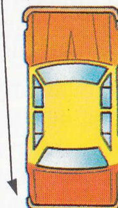
•**Jėgos impulsas**. Dydis, lygus kūną veikiančios jėgos ir laiko tarpo, per kurį ji veikia, sandaugai. Pagal **antrąjį Niutono dinamikos dėsnį**, jėgos impulsas lygus kūno **judesio kiekio** pokyčiui. Kūną veikiant nedidele jėga ilgai arba didele jėga trumpai, judesio kiekis pakinta vienodai.

Jėgos impulsas = Ft;
čia F — jėga, t — laikas.

Kadangi jėga yra judesio kiekio kitimo greitis (žr. **antrąjį Niutono dinamikos dėsnį**), tai

jėgos impulsas = **judesio kiekio pokytis**.

„Spyruokliuojanti briauna“ pailgina **susidūrimo** laiką, tuomet jėga būna mažesnė.



•**Susidūrimas**. Įvykis, kurio metu du ar daugiau kūnų veikia vienas kitą jėgomis. Jis nėra susidūrimas buitine šio žodžio prasme, nes kūnai nebūtinai susiliečia.

•**Antrasis Niutono dinamikos dėsnis**. Kūno **judesio kiekis** kinta, t. y. kūnas įgyja pagreitį, jei tą kūną veikia atstojamoji jėga. Paprastai kūno **masė** yra pastovi, taigi jėga proporcinga kūno pagreičiui. Pastarojo kryptis sutampa su jėgos kryptimi.

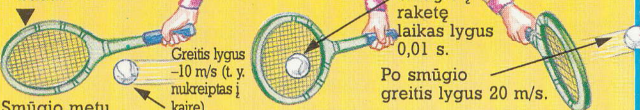
Jėga = $\frac{\textbf{judesio kiekio pokytis}}{\textbf{laiko tarpas}}$.

Jei masė nekinta (kaip šiuo atveju), tai

jėga = **masė** × **pagreitis**.

Pavyzdys. Smūgiuojamo rakete teniso kamuoliuko (jo masė 0,05 kg) **judesio kiekis** pakinta. Atstojamoji jėga randama tokiu būdu.

Primename, kad judėjimas į dešinę laikomas teigiamu (žr. p. 11 **susitarimą dėl ženklo**).



$$\text{jėga} = \frac{\text{judesio kiekio pokytis}}{\text{laiko tarpas}} = \frac{(0{,}05 \cdot 20) - (0{,}05 \cdot (-10))}{0{,}01} = 150 \text{ N}$$

arba

$$\text{jėga} = \text{masė} \times \text{pagreitis} = \frac{\text{masė} \times \text{greičio pokytis}}{\text{laiko tarpas}} = \frac{0{,}05 \cdot 30}{0{,}01} = 150 \text{ N.}$$

Teniso raketė veikia kamuoliuką, suteikdama jam pagreitį priešinga jo lėkimui kryptimi.

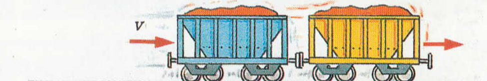
Kamuoliukas veikia raketę tokio paties didumo, bet priešingos krypties jėga (jaučiama, kad raketės greitis staiga sumažėja).

•**Trečiasis Niutono dinamikos dėsnis**. Jėgos visada veikia kaip lygios ir priešingų krypčių poros, kurios vadinamos **veiksmu** ir **atoveikiu** (reakcija). Taigi jei kūnas A veikia kūną B, pastarasis veikia kūną A lygiai tokia pat, bet priešingos krypties jėga. Šios jėgos nepanaikina viena kitos, nes veikia skirtingus kūnus.

•**Judesio kiekio tvermės dėsnis**. Kai du ar daugiau kūnų veikia vienas kitą jėgomis (pvz., per **susidūrimą**), pilnutinis tų kūnų **judesio kiekis** nekinta, jei tik nėra išorinių jėgų. Jei susidūrimas trunka labai trumpai, o kūnų sistema nagrinėjama prieš pat smūgį ir tuoj po jo, į trinties jėgas galima nekreipti dėmesio.

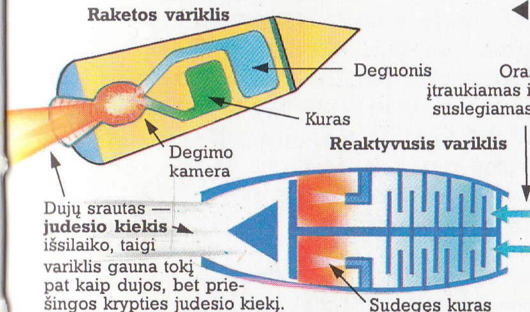


Pilnutinis **judesio kiekis** = m_1u



Pilnutinis **judesio kiekis** = $(m_1+m_2)v = m_1u$

Kad judesio kiekis išliktų pastovus, **masei** didėjant, greitis turi mažėti.



•**Raketos variklis**. Variklis, kuris, degant raketoje esančiam kurui, sukuria dujų srautą, plūstantį dideliu greičiu pro išmetimo tūtą. Dujų **masė** menka, o greitis milžiniškas. Tai reiškia, kad dujų judesio kiekis yra didelis. Raketa gauna tokį pat, bet priešingos krypties judesio kiekį (žr. **judesio kiekio tvermės dėsnį**). Raketų varikliai naudojami kosmose, nes jiems nereikalingas oras.

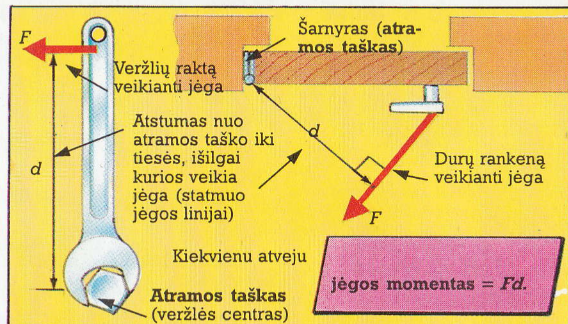
•**Reaktyvusis variklis**. Tai variklis, kuris įtraukia orą iš priekio ir stumia jį link degančio kuro, sukuriančio didelį dujų išmetamos srovės greitį. Reaktyviojo variklio veikimo principas toks pat, kaip ir **raketos variklio**, tik dujos čia susidaro skirtingai. Reaktyviojo variklio negalima naudoti kosmose, nes jam reikalingas oras.

*__Pagreitis__, 11; __Vektorinis dydis__, 108.

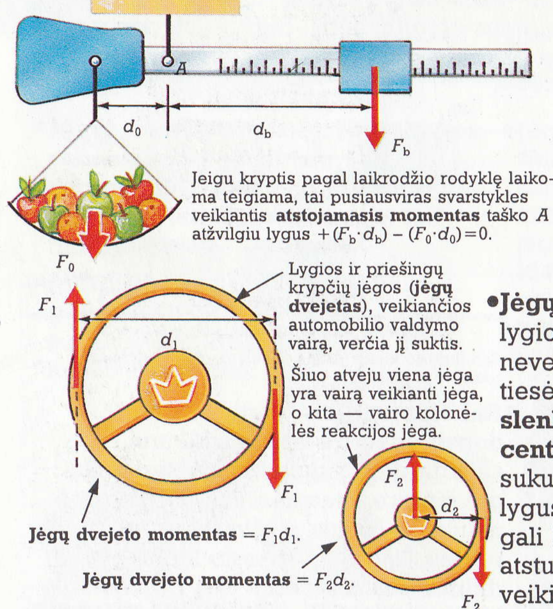
Sukimo jėgos

Viena jėga sukuria **pagreitį*** (žr. **dinamiką**, p. 12). **Tiesiaeigio judėjimo* pagreitis** yra **linijinis**. **Sukamojo judėjimo* kampinį pagreitį*** (greitėjantį arba lėtėjantį sukimąsi) sukelia sukimo jėga (arba **sukimo momentas**), veikianti šalia sukimosi ašies (**atramos taško**).

•**Jėgos momentas**, arba **sukimo momentas**. Jėgos gebėjimo pasukti kūną apie ašį (**atramos tašką**) matas. Jis lygus jėgai, padaugintai iš nuotolio statmena ašiai kryptimi nuo ašies iki tiesės, išilgai kurios veikia jėga (žr. brėžinį dešinėje). Jėgos momento **SI vienetas*** yra **niutonmetras** (**Nm**).



Subalansuotos svarstyklės, esant **sukamajai pusiausvyrai**



Jeigu kryptis pagal laikrodžio rodyklę laikoma teigiama, tai pusiausviras svarstyklės veikiantis **atstojamasis momentas** taško A atžvilgiu lygus $+(F_b \cdot d_b) - (F_0 \cdot d_0) = 0$.

Lygios ir priešingų krypčių jėgos (**jėgų dvejetas**), veikiančios automobilio valdymo vairą, verčia jį suktis.

Šiuo atveju viena jėga yra vairą veikianti jėga, o kita — vairo kolonėlės reakcijos jėga.

Jėgų dvejeto momentas = $F_1 d_1$.

Jėgų dvejeto momentas = $F_2 d_2$.

Analizuojant momentus, reikia nustatyti ašį, kurios atžvilgiu jie veikia, ir, **susitarus dėl ženklo***, išskirti momentus, sukančius kūną pagal ir prieš laikrodžio rodyklę. **Atstojamasis momentas** — tai vienintelis momentas, kurio poveikis toks pat, kaip visų momentų kartu.

•**Jėgų dvejetas**. Dvi lygiagrečios, lygios, bet priešingų krypčių jėgos, neveikiančios išilgai tos pačios tiesės. Jos sukelia vien tik sukimą be **slenkamojo judėjimo*** (**masės centro*** judėjimo). Tokio dvejeto sukurtas **atstojamasis momentas** lygus veikiančių momentų sumai ir gali būti išreikštas statmenojo atstumo tarp tiesių, išilgai kurių veikia jėgos, bei vienos jėgos didumo sandauga.

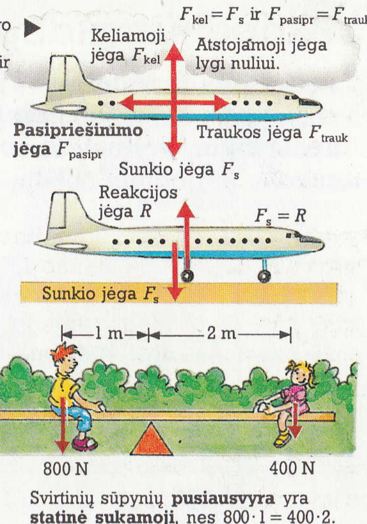
Pusiausvyra

Jei kūnas neįgyja pagreičio, tai atstojamoji jėga (visų tą kūną veikiančių jėgų suminis veikimas) lygi nuliui ir sakoma, kad kūnas yra **pusiausviras**. **Pusiausvyra** gali būti **tiesinė** (t. y. **masės centras*** neturi pagreičio) ir/arba **sukamoji** (t. y. kūnas neturi sukimosi apie masės centrą pagreičio). Be to, abiejų rūšių pusiausvyra esti arba **statinė** (kai kūnas nejuda), arba **dinaminė** (kai juda).

*Kampinis pagreitis, 17; Masės centras, 10; Pagreitis, 11; SI vienetai, 96; Slenkamasis judėjimas, 10; Sukamasis judėjimas, Susitarimas dėl ženklo, 11; Tiesiaeigis judėjimas, 10.

•**Tiesinė pusiausvyra**. Kūno būsena, kuri atsiranda, kai jo **masės centras*** neįgyja pagreičio, t. y. jo greitis ir judėjimo kryptis nekinta. Tokį kūną veikianti atstojamoji jėga turi būti lygi nuliui (taip pat žr. **trečiąjį Niutono dinamikos dėsnį**, p. 13).

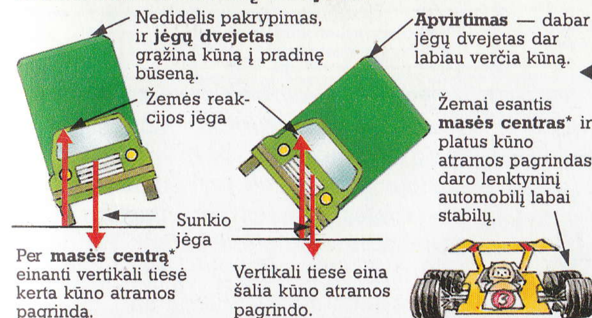
•**Sukamoji pusiausvyra**. Būsena, kurią kūnas įgyja judėdamas be **kampinio pagreičio***, t. y. sukdamasis pastoviu **kampiniu greičiu***. Tuomet pusiausvirą kūną veikiantis **atstojamasis momentas** (žr. **jėgos momentą**) bet kurios ašies atžvilgiu lygus nuliui. Šis teiginys vadinamas **momentų taisykle**.



Skrendančio lėktuvo pusiausvyra yra **dinaminė tiesinė** ir **statinė sukamoji**, nes lėktuvas juda pastoviu greičiu išilgai tiesės.

Stovinčio ant žemės lėktuvo pusiausvyra yra **statinė** (**tiesinė** ir **sukamoji**).

Svirtinių sūpynių **pusiausvyra** yra **statinė sukamoji**, nes $800 \cdot 1 = 400 \cdot 2$.

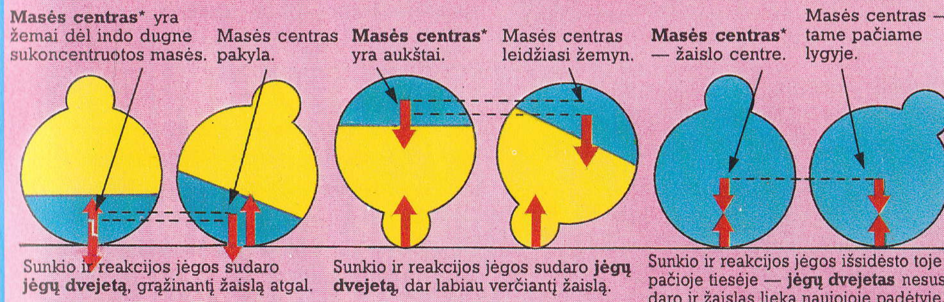


•**Apvirtimas**. Būsena, kurią kūnas įgyja, kai per jo **masės centrą*** einanti vertikali tiesė nekerta atramos pagrindo. Tuomet sunkio ir reakcijos **jėgų dvejetas** suka kūną toliau ir jį apverčia (žr. piešinį kairėje).

•**Pastovioji**, arba **stabilioji, pusiausvyra**. Taip vadinama būsena kūno, kuris, šiek tiek išvestas iš pusiausvyros padėties, į ją sugrįžta. Pajudinus tokį kūną, jo **masės centras*** pakyla.

•**Nepastovioji**, arba **nestabilioji, pusiausvyra**. Tai būsena kūno, kuris, šiek tiek išvestas iš pusiausvyros padėties, dar labiau nuo jos tolsta. Pajudinus pusiausvirą kūną, jo **masės centras*** nusileidžia.

•**Beskirtė**, arba **neutralioji, pusiausvyra**. Būsena kūno, kuris, šiek tiek išvestas iš pusiausvyros, pasilieka naujoje padėtyje. Pajudinus šį kūną, **masės centras*** lieka tokiame pačiame aukštyje.



Sunkio ir reakcijos jėgos sudaro **jėgų dvejetą**, grąžinantį žaislą atgal.

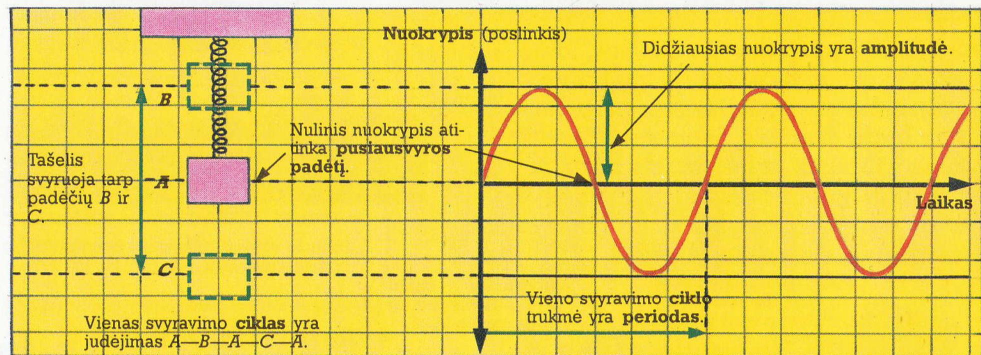
Sunkio ir reakcijos jėgos sudaro **jėgų dvejetą**, dar labiau verčiantį žaislą.

Sunkio ir reakcijos jėgos išsidėsto toje pačioje tiesėje — **jėgų dvejetas** nesusidaro ir žaislas lieka naujojoje padėtyje.

*Kampinis greitis, Kampinis pagreitis, 17; Masės centras, 10; Pasipriešinimo jėga, 19 (Nusistovėjęs greitis).

Periodinis judėjimas

Periodinis judėjimas — tai bet koks vienodais laiko tarpais pasikartojantis judėjimas. Jo pavyzdžiai gali būti **judėjimas apskritimu**, svyruoklės svyravimas, molekulių virpesiai. **Bangavimą*** sukelia periodinis dalelių judėjimas ar laukų kitimas.



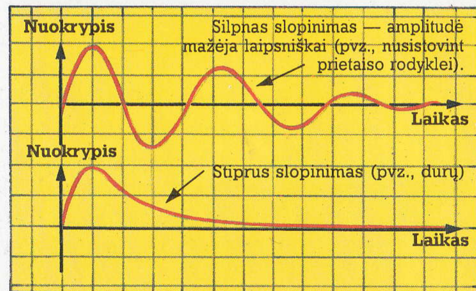
- **Ciklas**. Pasikartojantis judėjimas nuo tam tikro taško iki to paties taško. Pavyzdys — vienas kūno apsisukimas.
- **Svyravimas**. Periodinis judėjimas tarp dviejų kraštinių padėčių, pvz., spyruoklės gale įtvirtinto pasvaro judėjimas aukštyn ir žemyn. Svyruojančių sistemų **kinetinė*** ir **potencinė energija*** nuolat kinta. Jei nėra **slopinimo**, pilnutinė sistemos energija (kinetinės ir potencinės energijos suma) išlieka pastovi.
- **Periodas** (*T*). Laikas, per kurį kūnas atlieka vieną svyravimo **ciklą**. Antai Žemės sukimosi apie savo ašį periodas lygus 24 valandoms.
- **Dažnis** (ν arba *f*). Svyravimo ciklų skaičius per vieną sekundę. Dažnio **SI vienetas*** yra **hercas** (**Hz**), lygus vienam svyravimo ciklui per sekundę.

$$\nu = \frac{1}{T};$$

čia ν — **dažnis**, *T* — **periodas**.

- **Pusiausvyros padėtis**. Padėtis, apie kurią **svyruoja** kūnas ir kurioje jis sustoja pasibaigus svyravimui; pvz., svyruoklės pusiausvyros padėtis atitinka vertikalią jos padėtį. Paprastai svyruojančios dalelės nulinio nuokrypio padėtis sutapatinama su pusiausvyros padėties tašku.
- **Amplitudė**. Svyruojančios dalelės didžiausias nuokrypis nuo **pusiausvyros padėties**.
- **Slopinimas**. **Svyravimo** silpnėjimas dėl energijos praradimo. Pvz., automobilių amortizatoriai nuslopina svyravimą, kuris atsiranda automobiliui važiuojant duobėtu keliu.

Slopinimas svyruojančioje sistemoje

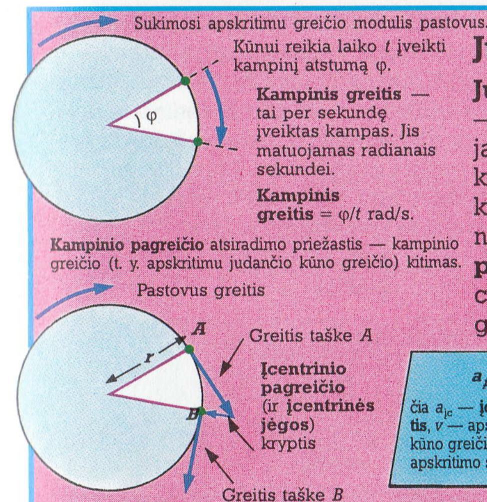


- **Laisvasis**, arba **savasis**, **svyravimas**. Išvestos iš pusiausvyros ir paliktos laisvai svyruoti sistemos **svyravimas**. Jo **periodas** ir **dažnis** vadinami **savuoju periodu** ir **savuoju dažniu** (jei **slopinimas** nedidelis, sistema svyruoja ilgai).
- **Priverstinis svyravimas**. Taip vadinamas sistemos, kurią veikia lygiais laiko tarpais pasikartojanti varos jėga, **svyravimas**. Sistema verčiama svyruoti varos jėgos **dažniu** nepriklausomai nuo sistemos **savojo dažnio**.
- **Rezonansas**. Reiškinys, vykstantis sistemoje, kai varos jėgos (sistemą veikiančios jėgos) **dažnis** artimas sistemos **savajam dažniui**. Tuomet sistemos svyravimo **amplitudė** smarkiai padidėja.



Judėjimas apskritimu

Judėjimas apskritimu pastoviu greičiu — tai kūno judėjimas apskritimo trajektorija pastovaus modulio greičiu. Kadangi kryptis (taigi ir greitis, kaip vektorius) kinta, tai kūnas juda pastoviu pagreičiu, nukreiptu į apskritimo centrą (**įcentriniu pagreičiu**). Vadinasi, kūną veikia taip pat į centrą nukreipta jėga. Judėjimą apskritimu galima apibūdinti **kampiniu greičiu**.



$$a_{įc} = \frac{v^2}{r};$$

čia $a_{įc}$ — **įcentrinis pagreitis**, *v* — apskritimu judančio kūno greičio modulis, *r* — apskritimo spindulys.

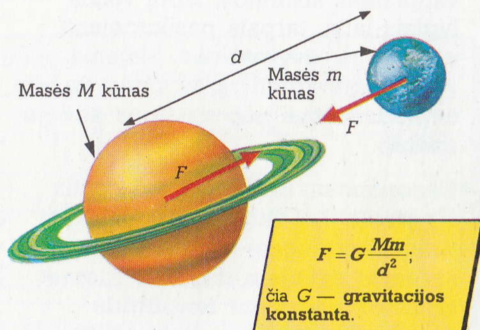
- **Įcentrinis pagreitis** ($a_{įc}$). Apskritimu judančio kūno pagreitis (žr. aukščiau), nukreiptas į apskritimo centrą.
- **Įcentrinė jėga**. Jėga, kuri veikia kūną apskritimo centro kryptimi ir suteikia jam **įcentrinį pagreitį**, išlaikydama kūno judėjimą apskritimu.
- **Išcentrinė jėga**. Reakcijos jėga, lygi **įcentrinei jėgai**, bet priešingos jai krypties (žr. **trečiąjį Niutono dinamikos dėsnį**, p. 13). Pabrėšime, kad apskritimu judančio kūno ji neveikia ir yra nenagrinėjama.



Gravitacija (visuotinė trauka)

Gravitacija — tai trauka, egzistuojanti tarp visų Visatos kūnų (taip pat žr. p. 104). Ji ypač išryškėja tarp masyvių kūnų, pavyzdžiui, planetų, kurios būtent dėl šios jėgos ir išlieka savo orbitose. Gravitacijos jėga, kuria planeta traukia kūną, vadinama kūno **sunkio jėga**, arba **sunkiu**.

• **Niutono gravitacijos (visuotinės traukos) dėsnis.** Jis teigia, kad tarp bet kurių turinčių masę kūnų veikia gravitacijos jėga, priklausanti nuo tų kūnų masės ir atstumo tarp jų. **Gravitacijos konstanta** (*G*) lygi $6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2. Maža jos vertė rodo, kad tarp nedidelės masės kūnų veikia silpnos gravitacijos jėgos.

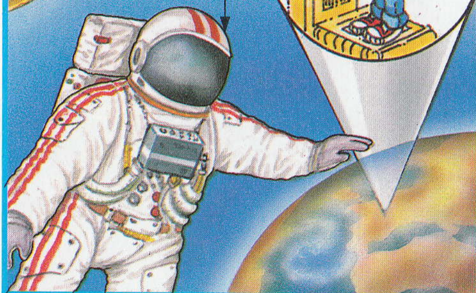


$$F = G\frac{Mm}{d^2};$$

čia *G* — **gravitacijos konstanta**.

• **Sunkio jėga**, arba **sunkis**. Gravitacinė trauka tarp masyvaus kūno (pvz., planetos) ir kurio nors kito kūno. Sunkio jėga yra nepastovi, ji priklauso nuo kūno atstumo iki planetos bei planetos masės. Taigi nors kūno masė ir nepriklauso nuo jo padėties, bet jo sunkis kinta.

• **Kūno svoris**. Jėga, kuria kūnas veikia atramą, vadinama kūno **svoriu**.



• **Laisvojo kritimo pagreitis** (*g*). Gravitacijos jėgos sukeltas **pagreitis***. Toje pačioje vietoje jo vertė yra vienoda, nesvarbu kokia kūno masė. Žemės paviršiuje laisvojo kritimo pagreitis apytiksliai lygus 9,8 m/s^2 ir, tolstant nuo paviršiaus, mažėja pagal **Niutono gravitacijos dėsnį**. Dydis 9,8 m/s^2 kartais laikomas pagreičio vienetu (*g*-**jėga**).



Pagal **Niutono gravitacijos dėsnį** ir **antrąjį Niutono dinamikos dėsnį***:

masės *m* kūną veikianti jėga $(= mg) =$

$$= G\frac{Mm}{d^2}.$$

Taigi **gravitacijos (visuotinės traukos)** sukeltas **pagreitis** (*g*) lygus

$$g = G\frac{M}{d^2}.$$

Staigių posūkių metu lakūnai patiria dideles *g*-**jėgas** — perkrovas (pvz., 5*g* perkrovą, penkiskart didesnę už normalų sunkį). Tuomet jie net gali prarasti sąmonę.

***Antrasis Niutono dinamikos dėsnis**, 13; **Gravitacijos jėga**, 6; **Pagreitis**, 11.



• **Nusistovėjęs greitis**. Didžiausias pastovus greitis, kuriuo kūnas krinta dujose arba skystyje. Greičiui didėjant, oro ar skysčio **pasipriešinimo jėga** taip pat didėja. Galiausiai ji susilygina su **sunkiu**.

• **Antrasis kosminis greitis**. Mažiausias greitis, reikalingas kūnui be papildomų pastangų įveikti gravitacinę planetos trauką. Pradedančio judėti nuo Žemės paviršiaus kūno jis lygus apie 40 000 km/h.

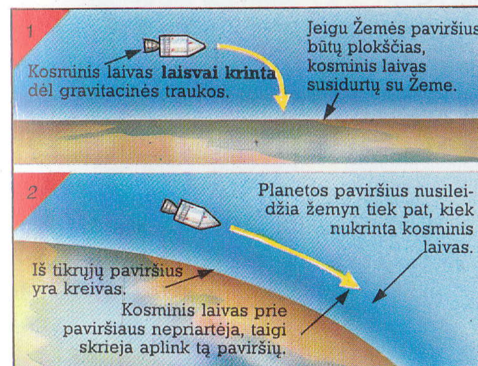
• **Nesvarumas**. Būsena kūno, kuris neveikia aplinkos jokia jėga.

• **Tikrasis nesvarumas**. **Nesvarumas**, kurį kūnas patiria erdvėje nesant gravitacijos lauko.



Kosmonautas **krinta laisvai** ta pačia trajektorija kaip kosminis laivas, taigi jo **nesvarumas** yra **tariamas**.

• **Tariamasis nesvarumas**. Būsena kūno, kurio lyg ir neveikia gravitacijos jėgos. Tokia būsena būdinga dviem kūnams, judantiems nepriklausomai vienas nuo kito tokiu pat **pagreičiu***.



• **Laisvasis kritimas**. Netrukdomas vien tik gravitacijos jėgos veikiamo kūno judėjimas (šiuo atveju neveikia pasipriešinimo, pvz., oro pasipriešinimo, ar kitos jėgos).

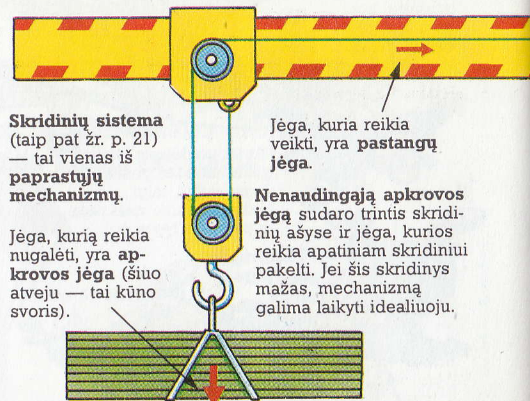
• **Geonuostovioji orbita**. Trajektorija, kuria palydovas skrieja aplink Žemę, visą laiką išlikdamas virš to paties Žemės taško. Tokio palydovo ir Žemės sukimosi greičių kryptys sutampa. Palydovo apsisukimo **periodas*** lygus 24 valandoms.



***Pagreitis**, 11; **Periodas**, 16.

Paprastieji mechanizmai

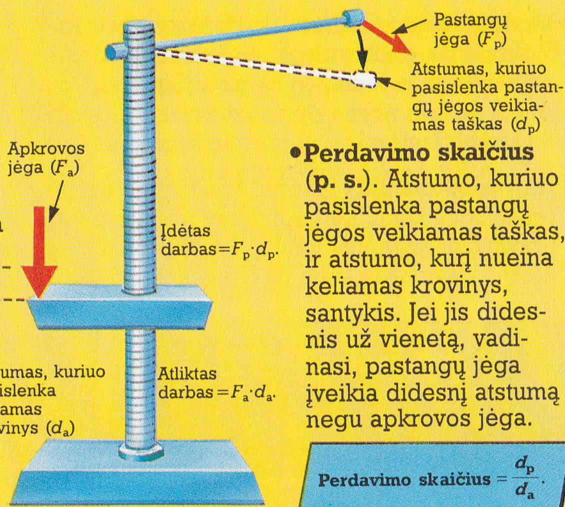
Paprastasis mechanizmas — tai įrenginys, naudojamas nugalėti jėgai, vadinamai **apkrovos jėga**. Ši jėga veikia viename mechanizmo taške, o pats mechanizmas dirba, kitame taške veikiamas vadinamosios **pastangų jėgos**. Pavyzdžiui, naudojant **skridinį**, kūnas pakeliamas mažesnėmis pastangomis negu to kūno svoris.



• **Idealusis paprastasis mechanizmas**. Teorinis mechanizmas, kurį veikianti **nenaudingoji apkrovos jėga** lygi nuliui. Kai ji labai maža, palyginti su apkrovos jėga, mechanizmą galima laikyti idealiuoju.

• **Nenaudingoji apkrovos jėga**. Jėga, reikalinga **trinties jėgoms*** tarp judančių mechanizmo dalių įveikti ir pačioms judančioms mechanizmo dalims pakelti.

• **Mechaninė nauda** (**m. n.**). Apkrovos jėgos ir pastangų jėgos santykis. Didesnė už vienetą mechaninė nauda reiškia, kad apkrovos jėga didesnė už pastangų jėgą. **Idealiojo paprastojo mechanizmo** mechaninė nauda visada yra vienoda. Realiųjų mechanizmų ji šiek tiek didėja didėjant apkrovai, nes tuomet **nenaudingoji apkrovos jėga** pasidaro labai maža.



• **Perdavimo skaičius** (**p. s.**). Atstumo, kuriuo pasislenka pastangų jėgos veikiamas taškas, ir atstumo, kurį nueina keliamas krovinys, santykis. Jei jis didesnis už vienetą, vadinasi, pastangų jėga įveikia didesnį atstumą negu apkrovos jėga.

Mechaninė nauda $= \frac{F_a}{F_p}$.

Perdavimo skaičius $= \frac{d_p}{d_a}$.

• **Naudingumo koeficientas** (**n. k.**; η). Procentais išreikštas apkrovos jėgos atlikto **darbo** (kuris vadinamas atliktu darbu ir lygus tos jėgos bei atstumo sandaugai; žr. p. 8) bei pastangų jėgos atlikto darbo (įdėto darbo) santykis. Realiųjų paprastųjų mechanizmų jis yra mažesnis už 100%, o idealiųjų — lygus 100%.

$$\eta = \frac{\text{atliktas darbas}}{\text{įdėtas darbas}} \cdot 100 = \frac{F_a \cdot d_a}{F_p \cdot d_p} \cdot 100 = \text{m. n.} \cdot \frac{1}{\text{p. s.}} \cdot 100$$

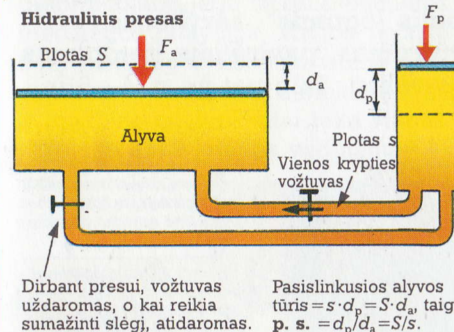
$$\eta = \frac{\text{m. n.}}{\text{p. s.}} \cdot 100$$

Idealiųjų paprastųjų mechanizmų (naudingumo koeficientas lygus 100%) **m. n. = p. s.**

*Trinties jėga, 7.

Paprastųjų mechanizmų pavyzdžiai

Hidraulinis presas

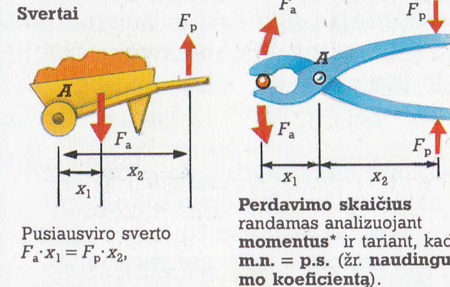


Dirbant presui, vožtuvas uždaromas, o kai reikia sumažinti slėgį, atidaromas.

Pasislinkusios alyvos tūris $= s \cdot d_p = S \cdot d_a$, taigi **p. s.** $= d_p/d_a = S/s$.

• **Hidraulinis presas**. Didelis ir mažas cilindrai, sujungti vamzdžiu ir pripildyti skysčio. Presas naudojamas didelėms jėgoms gauti.

Svertai



Pusiausviro sverto $F_a \cdot x_1 = F_p \cdot x_2$,

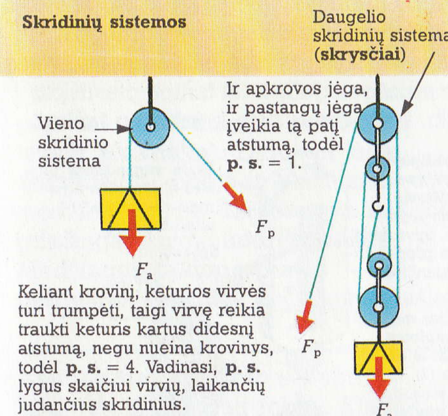
taigi m. n. $= \frac{F_a}{F_p} = \frac{x_2}{x_1}$.

Vadinasi, p. s. $= \frac{x_2}{x_1}$.

Perdavimo skaičius randamas analizuojant **momentus*** ir tariant, kad **m.n. = p.s.** (žr. **naudingumo koeficientą**).

• **Svertas**. Bet kuris kietasis kūnas, galintis suktis apie ašį, vadinamą **atramos tašku** (*A*). Apkrovos ir pastangų jėgos gali veikti tiek iš vienos, tiek iš skirtingų sverto pusių.

Skridinių sistemos



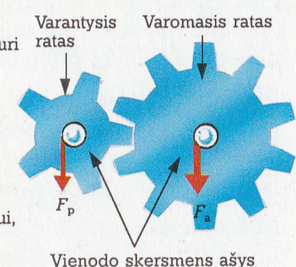
Keliant krovinį, keturios virvės turi trumpėti, taigi virvę reikia traukti keturis kartus didesnį atstumą, negu nueina krovinys, todėl **p. s.** = 4. Vadinasi, **p. s.** lygus skaičiui virvių, laikančių judančius skridinius.

• **Skridinių sistema**. Ratas (arba ratų rinkinys) ir virvė, diržas arba grandinė, perduodantys judėjimą.

Krumpliaratis

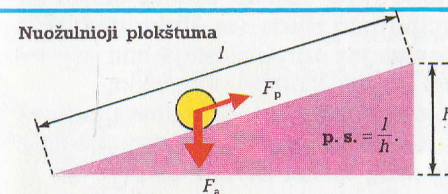
Varomasis ratas turi dukart daugiau dantų negu varantysis, taigi pastarasis turi suktis dvigubai greičiau.

Vadinasi, **p. s.** lygus varomojo rato dantų skaičiui, padalytam iš varančiojo rato dantų skaičiaus.



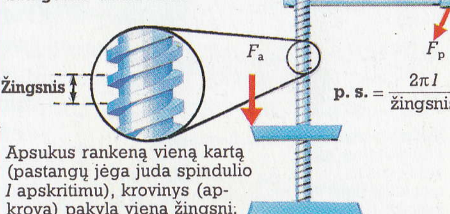
• **Krumpliaratis**. Dantytų ratų sistema, naudojama judesiui tarp besisukančių ratų ašių perduoti.

Nuožulnioji plokštuma



• **Nuožulnioji plokštuma**. Plokščias paviršius, sudarantis su horizontu smailųjį kampą. Kūną lengviau pakelti aukštyn nuožulniąja plokštuma negu tiesiog vertikaliai.

Sraigtinis domkratas



Apsukus rankeną vieną kartą (pastangų jėga juda spindulio l apskritimu), krovinys (apkrova) pakyla vieną žingsnį.

• **Sraigtinis domkratas** (**kėliklis**). Sistema, kurios sraigtinis sriegis naudojamas kroviniui (apkrovai) kelti (pvz., automobilio domkratas). **Žingsnis** — tai atstumas tarp dviejų gretimų sriegio takelių.

*Jėgos momentas, Pusiausvyra, 14.

Molekulių savybės

Daugelį medžiagos savybių galima paaiškinti remiantis molekulių, veikiančių viena kitą **tarpmolekulinėmis jėgomis***, savybėmis. Paminėsime tokias savybes, kaip **tamprumas**, **paviršiaus įtempimas** ir **klampumas**, kurios bus paaiškintos vėliau. Taip pat žr. p. 4—5 ir 24—25.

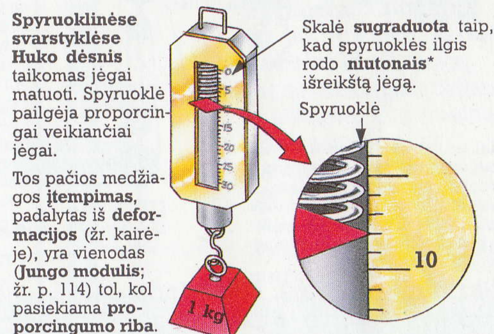
• **Tamprumas**. Medžiagos gebėjimas atgauti pirmykštę formą ir dydį, kai nustoja veikti deformuojančios jėgos (t. y. **tempimo** arba **gniuždymo jėgos***). Tokią savybę turinčios medžiagos vadinamos **tampriosiomis**, arba **elastiškosiomis**, o jos neturinčios — **plastiškosiomis**. Tamprumas — **tarpmolekulinių jėgų*** veikimo rezultatas. Tempiamo arba spaudžiamo kūno molekulės atitinkamai tolsta arba artėja viena prie kitos. Tarp jų ima veikti atstojamoji traukos (pirmuoju atveju) arba stūmos (antruoju atveju) jėga, ir kai deformuojanti jėga nustoja veikti, molekulės grįžta į pirmykštę vidutinę savo padėtį. Taip atsitinka visada, jei jėgos didumas neviršija tam tikros vertės (kiekvienai medžiagai — skirtingos). Tačiau jei ši jėgos riba peržengiama, visos medžiagos galiausiai tampa plastiškos (žr. **tamprumo ribą** ir **takumo tašką**).



Balionas yra **tamprus** (jeigu jį pirma pripūstume, po to iš jo išleistume orą, balionas atgautų pirmykštę formą).

Atvėsęs vaškas yra **plastiškas** (spaudas palieka pastovų pėdsaką).

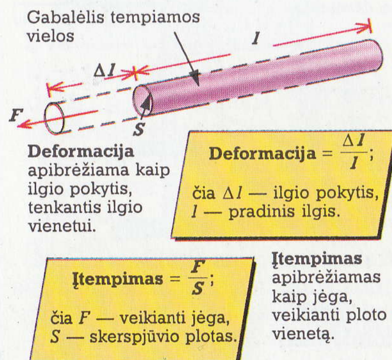
• **Huko dėsnis**. Jis teigia, kad deformuojančios jėgos veikiamo kūno **deformacija** yra tiesiog proporcinga **įtempimui** (žr. brėžinį apačioje). Tačiau, didėjant jėgai, pasiekiama **proporcingumo riba (tiesiškumo riba)**, už kurios Huko dėsnis nebegalioja (žr. grafinę priklausomybę, p. 23).



Spyruoklinėse svarstyklėse Huko dėsnis taikomas jėgai matuoti. Spyruoklė pailgėja proporcingai veikiančiai jėgai.

Skalė **sugraduota** taip, kad spyruoklės ilgis rodo **niutonais*** išreikštą jėgą.

Tos pačios medžiagos **įtempimas**, padalytas iš **deformacijos** (žr. kairėje), yra vienodas (**Jungo modulis**; žr. p. 114) tol, kol pasiekiama **proporcingumo riba**.



Deformacija apibrėžiama kaip ilgio pokytis, tenkantis ilgio vienetui.

Deformacija $= \frac{\Delta l}{l}$;
čia Δl — ilgio pokytis, l — pradinis ilgis.

Įtempimas $= \frac{F}{S}$;
čia F — veikianti jėga, S — skerspjūvio plotas.

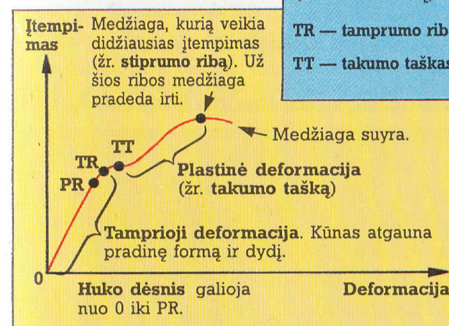
Įtempimas apibrėžiamas kaip jėga, veikianti ploto vienetą.

• **Tamprumo riba**. Taškas, esantis tuojau už **proporcingumo ribos** (žr. **Huko dėsnį**), kurią peržengęs kūnas nustoja būti **tamprus** — t. y. kai ima nebeveikti deformuojanti jėga, jis neatgauna pradinės formos ir dydžio. Toks kūnas įgyja naują formą ir dydį, tačiau išlieka tamprus (jo įtempimas yra pastovus; vėl veikiant jėgoms, atsistato ši nauja jo forma). Medžiagos **takumo tašką** atitinka **įtempimas** ties tamprumo riba. Žr. grafinę priklausomybę, p. 23.

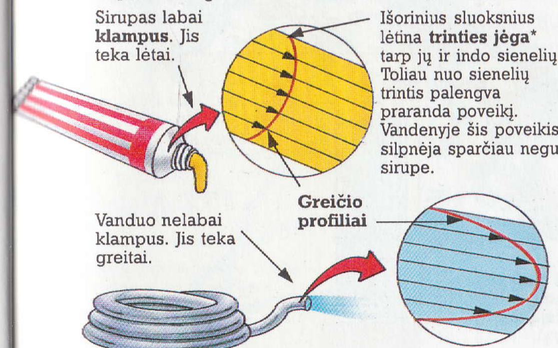
*Gniuždymo jėga, 7; Gradavimas, 115; Niutonas, 6; Tarpmolekulinė jėga, Tempimo jėga, 7.

• **Takumo taškas**. Taškas, esantis tuojau už **tamprumo ribos**. Tokia deformuojanti jėga sukelia esminius medžiagos pokyčius. **Kalios** (plastiškos) medžiagos keičiasi vidinė sandara — nutrūksta molekulių ryšiai ir medžiagos sluoksniai teka vienas virš kito. Toks kitimas vadinamas **plastine deformacija** (medžiaga tampa **plastiška**). Didėjant jėgai, deformacija didėja ir galiausiai medžiaga suyra. **Trapios** medžiagos, priešingai, suyra **takumo taške**. Medžiagos **takumo matas** — tai **įtempimo** didumas jos takumo taške.

Kalios medžiagos įtempimo ir **deformacijos** grafinė priklausomybė (žr. **takumo tašką**)

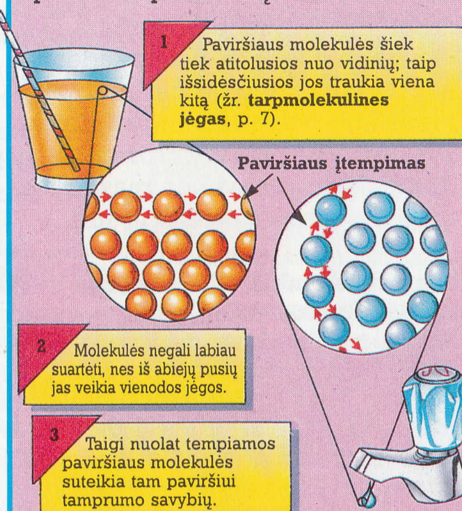


• **Klampumas**. Skysčio savybė lengviau ar sunkiau tekėti. Klampumas priklauso nuo **trinties jėgos*** tarp molekulių skirtingų sluoksnių, slystančių vienas kito atžvilgiu.



*Meniskas, 115; Tarpmolekulinė jėga, Trinties jėga, 7.

• **Paviršiaus įtempimas**. Skysčio savybė turėti paviršių, panašų į ploną plėvelę. Ji atsiranda dėl **tarpmolekulinių jėgų***, verčiančių skystį susitraukti tiek, kad jo paviršiaus plotas būtų kuo mažesnis.



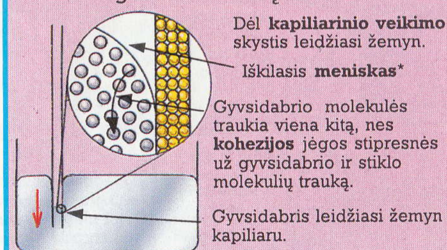
Lašą suformuoja paviršiaus įtempimas.

• **Adhezija**, arba **priekiba**. **Tarpmolekulinių jėgų*** sąlygota skirtingų medžiagų molekulių trauka.

Kapiliarinis veikimas, arba **kapiliarumas**, yra **adhezijos** ir **kohezijos** rezultatas.

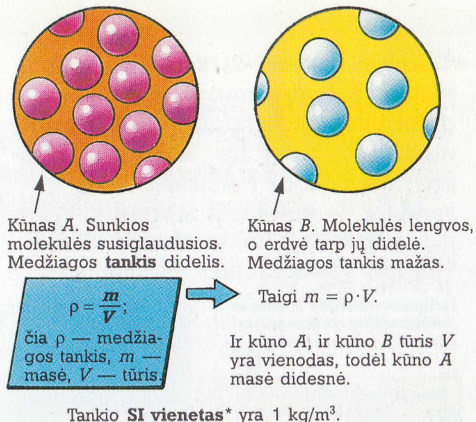


• **Kohezija**, arba **sankiba**. **Tarpmolekulinių jėgų*** sąlygota tos pačios medžiagos molekulių trauka.



Tankis

Medžiagos **tankis** (ρ) priklauso tiek nuo jos molekulių masės, tiek nuo atstumo tarp molekulių (žr. formulę dešinėje). Pavyzdžiui, jei vienos medžiagos tankis didesnis negu kitos, tai tokio pat tūrio šių medžiagų masė skirtinga (pirmosios didesnė negu antrosios). Analogiškai tos pačios masės medžiagos užima nevienodą tūrį.



Kūnas *A*. Sunkios molekulės susiglaudusios. Medžiagos **tankis** didelis.

Kūnas *B*. Molekulės lengvos, o erdvė tarp jų didelė. Medžiagos tankis mažas.

$\rho = \frac{m}{V}$;

čia ρ — medžiagos tankis, *m* — masė, *V* — tūris.

Taigi $m = \rho \cdot V$.

Ir kūno *A*, ir kūno *B* tūris *V* yra vienodas, todėl kūno *A* masė didesnė.

Tankio **SI vienetas*** yra 1 kg/m³.

• **Santykinis tankis**, arba **savitasis svoris**. Vandens tankiu (jis lygus 1000 kg/m³) išreikštas medžiagos tankis. Jis rodo, kiek kartų medžiagos tankis didesnis ar mažesnis už vandens tankį, todėl prie skaičių nerašomi matavimo vienetai; pvz., 1,5 reiškia, kad medžiaga 1,5 karto tankesnė už vandenį. Santykinis tankis randamas dalijant kokio nors tūrio medžiagos masę iš to paties tūrio vandens masės.

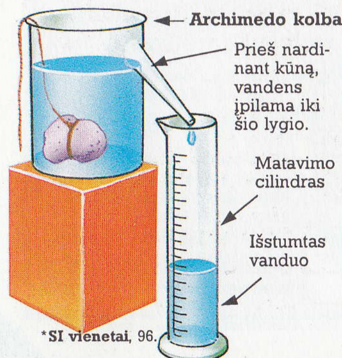
• **Piknometras**, arba **tankio butelis**. Labai tiksliai išmatuoto tūrio indas (esant nurodytai temperatūrai). Jis naudojamas skysčių tankiui apskaičiuoti (išmatuojama butelio su skysčiu masė, iš jos atimama butelio masė ir gauta vertė padalijama iš skysčio tūrio).



Piknometras

Vamzdelis, kurio stikliniame kamštyje yra plona vidinė kiaurymė (**kapiliaras**). Užkimšus pilną butelį, skysčio perteklius pakyla vamzdeliu ir išbėga lauk, dėl to kiekvieną kartą skysčio tūris yra vienodas.

• **Archimedo kolba**, arba **Eureka kolba**. Indas (kolba), naudojamas netaisyklingos formos kūno tūriui matuoti, norint rasti jo tankį. Kūno išstumto vandens tūris lygus paties kūno tūriui, o kūno tankis — jo masei, padalytai iš šio tūrio.



Archimedo kolba

Prieš nardinant kūną, vandens įpilama iki šio lygio.

Matavimo cilindras

Išstumtas vanduo

Slėgis

Slėgiu vadinama jėga, statmenai spaudžianti medžiagos paviršiaus ploto vienetą ir atsirandanti dėl kietojo kūno, skysčio ar dujų veikimo.

$\text{Slėgis} = \frac{\text{jėga}}{\text{plotas}}$.

Slėgio **SI vienetas*** yra **paskalis** (Pa).

Kuo didesnis jėgos veikiamas plotas, tuo mažesnis slėgis.

Virš žemės esančių molekulių **svoris** sukuria **atmosferos slėgį**. Taigi kuo mažiau molekulių (t. y. kuo aukščiau virš jūros lygio), tuo mažesnis slėgis.

Kuo didesnė jėga veikia fiksuotą paviršių, tuo didesnis slėgis.



Sniego batai labai padidina plotą, svoris nepasikeičia, taigi slėgis sumažėja (kojos neklimpsta į sniegą).

Analogiškai kuo daugiau molekulių yra virš kurio nors taško, tuo didesnis jų **svoris**, taigi ir slėgis.

*SI vienetai, 96.

Kūnai skysčiuose

Skystyje esantį kūną į viršų veikia jėga, vadinama **Archimedo**, arba **keliamąja**, **jėga**. **Archimedo dėsnis** teigia, kad ji lygi kūno išstumto skysčio svoriui. Pagal **plūduriavimo sąlygą**, plūduriuojančio kūno išstumto skysčio svoris (keliamoji jėga) lygus to kūno svoriui (čia plūduriavimas reiškia kūno pusiausvyrą bet kuriame skysčio taške). Galima parodyti (žr. žemiau), jog vien tik nuo skysčio tankio priklauso, ar kūnas skęs, ar kils į viršų, ar plūduriuos.

Archimedo dėsnis

Archimedo jėga = **išstumto skysčio svoris.**

Plūduriavimo sąlyga

Plūduriuojančio kūno $F_A = P$;

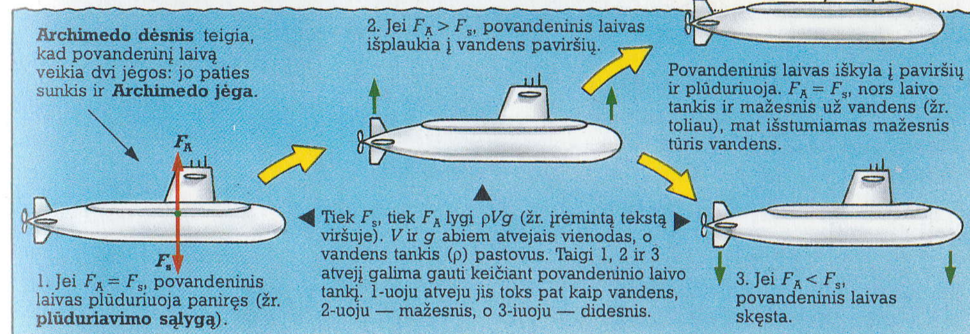
čia F_A — Archimedo jėga, P — kūno svoris.

Svoris = masė (*m*) × laisvojo kritimo pagreitis (*g*).

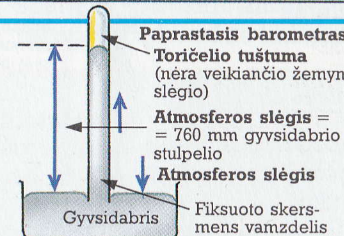
masė = tankis (ρ) × tūris (*V*).

Vadinasi, svoris (kūno arba jo išstumto skysčio) = $\rho V g$.

Povandeniniai laivai vaizdžiai demonstruoja minėtus du dėsnius. Keičiant vandens ir oro mišinį balanso rezervuaruose, keičiamas tankis (iš keleto medžiagų sudaryto kūno tankis lygus tų medžiagų tankių vidurkiui). Žr. toliau.



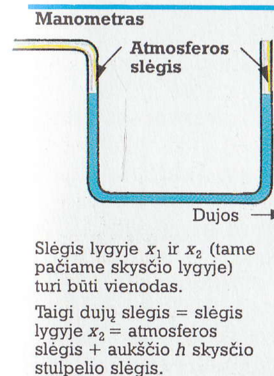
• **Barometras**. **Atmosferos slėgio** matavimo prietaisas (žr. paveikslą kairėje). Yra keletas tradicinių jo tipų.



Manometras

Atmosferos slėgis

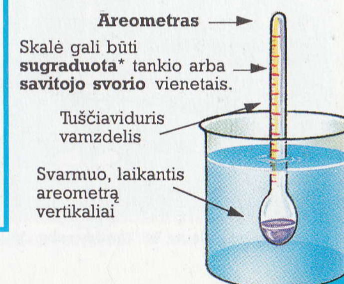
• **Manometras**. U formos vamzdelis su skysčiu slėgių skirtumui matuoti.



Slėgis lygyje x_1 ir x_2 (tame pačiame skysčio lygyje) turi būti vienodas.

Taigi dujų slėgis = slėgis lygyje x_2 = atmosferos slėgis + aukščio *h* skysčio stulpelio slėgis.

• **Areometras**, arba **densimetras**, arba **tankiamatis**. Prietaisas skysčio, kuriame jis plūduriuoja, tankiui matuoti pagal panirimo gylį. Jei skystis labai tankus, areometras plūduriuoja arti paviršiaus, nes reikia išstumti nedidelį tūrį skysčio, kurio masė prilygsta areometro masei.



Areometras

Skalė gali būti **sugraduota*** tankio arba **savitojo svorio** vienetais.

Tuščiaviduris vamzdelis

Svarmuo, laikantis areometrą vertikaliai

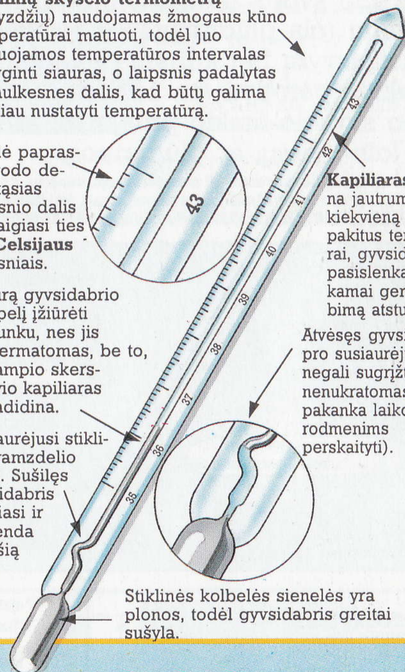
*Gradavimas, 115.

Temperatūra

Kūno **temperatūra** yra jo įkaitimo matas. Ji matuojama **termometrais**, kurie gali būti **graduojami*** pagal įvairias temperatūros skales. Tarptautiniu mastu priimtos **absoliutinė temperatūros skalė** ir **Celsijaus skalė**.

• **Termometras.** Temperatūros matavimo prietaisas. Termometrai būna įvairių rūšių, bet visų jų veikimas pagrįstas tam tikro dydžio, kurio vertė priklauso nuo temperatūros, matavimu. Pvz., **stikliniais skysčio termometrais** matuojamas skysčio tūris (jie **sugraduoti*** taip, kad tūrio didėjimas rodo temperatūros kilimą).

• **Stiklinis skysčio termometras.** Labiausiai paplitęs **termometras**, kuriuo temperatūra matuojama pagal skysčio išsiplėtimą į siaurą vamzdelį (**kapiliarą**). Į stiklinę kolbelę įpilama skysčio — gyvsidabrio arba dažyto alkoholio, nes jie labai jautrūs temperatūros pokyčiui; gyvsidabris naudojamas matuoti aukštesnei temperatūrai, alkoholis — žemesnei.



Reperinių taškų panaudojimas **termometro Celsijaus skalei graduoti**

Viršutinis reperinis taškas

Gyvsidabrio stulpelio galo padėtis, pažymėta 100 °C

Hipsometras (varinis indas dvigubomis sienelėmis)

Manometras*, matuojantis garų slėgį (**atmosferos slėgis*** turi būti normalus)

Išeinantys garai

Gyvsidabrio kolba garuose

Nuolat verdantis vanduo

Termometras

Apatinis reperinis taškas

Viršutinis reperinis taškas

Gyvsidabrio stulpelio galo padėtis, pažymėta 0 °C

Pagrindinis intervalas

Piltuvėlis

Grynas besilydantis ledas

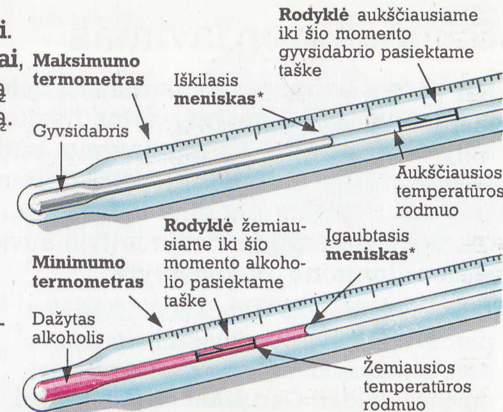
Apatinis reperinis taškas

Laboratorinė stiklinė

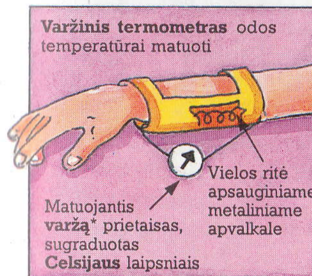
• **Reperinis taškas.** Temperatūra, kurioje visada vyksta tam tikri aiškūs pakitimai (tam tikromis apibrėžtomis sąlygomis) ir kuri dėl to gali būti atskaitos tašku visoms kitoms temperatūroms matuoti. Pavyzdžiui gali būti **vandens užšalimo taškas** (temperatūra, kurioje lydosi grynas ledas) ir **vandens virimo taškas** (virš verdančio vandens susidariusių garų temperatūra, esant normaliam **atmosferos slėgiui***). Šie du reperiniai (pastovūs) taškai ir naudojami termometro **gradavimui*** kaip **apatinis** ir **viršutinis reperinis taškas**. Atstumas tarp jų vadinamas **pagrindiniu intervalu**.

*Atmosferos slėgis, 24; Gradavimas, 115; Manometras, 25.

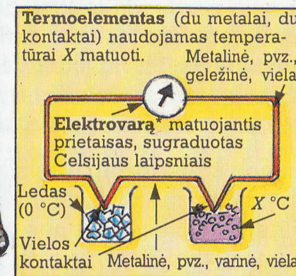
• **Maksimumo ir minimumo termometrai.** Specialūs **stikliniai skysčio termometrai**, kurie užfiksuoja aukščiausią ir žemiausią temperatūrą, pasiektą per tam tikrą laiką. Jie turi metalinę ir stiklinę **rodykles** (žr. paveikslą), kurias skysčio **meniskas*** stumia atitinkamai aukštyn arba žemyn. Rodyklės nusistovi aukščiausios ar žemiausios temperatūros, pasiektos per laiko tarpą, kuriam buvo paliktas termometras, taške. Naudojant magnetą, atstatoma pradinė termometro būsena.



Kitų rūšių termometrai







• **Varžinis termometras.** Matuoja temperatūrą pagal jos sukeltą vielos **varžos*** pakitimą.

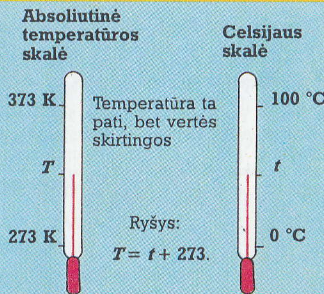
Analogiškuose prietaisuose, pvz., įtaisytuose po lėktuvų sparnais, panaudojamas **termistorių*** varžos kitimas.

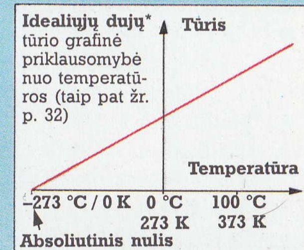
• **Termoelementas.** Jame temperatūrų skirtumui matuoti naudojama skirtingų metalų sąlyčio vietoje atsirandanti **elektrovara***.

• **Absoliutinė**, arba **termodinaminė**, **temperatūros skalė**. Standartinė temperatūros skalė, kurios vienetas yra **kelvinas** (**K**). Nulinė vertė atitinka žemiausią teoriškai galimą temperatūrą, vadinamą **absoliutiniu nuliu**. Žemesnės temperatūros neįmanoma pasiekti, nes tuomet prireiktų neigiamo tūrio (žr. grafinę priklausomybę), kuris neegzistuoja.

• **Celsijaus skalė** (°C). Standartinė temperatūros skalė, sugraduota lygiai taip pat, kaip ir **absoliutinė temperatūros skalė**, bet joje 0 °C ir 100 °C temperatūrą atitinka **vandens užšalimo** ir **vandens virimo taškai** (žr. **reperinius taškus**).

• **Farenheito skalė** (°F). Sena skalė, kurios 32 °F ir 212 °F atitinka **vandens užšalimo** ir **vandens virimo taškus** (žr. **reperinius taškus**). Moksliniuose darbuose ji vartojama retai.



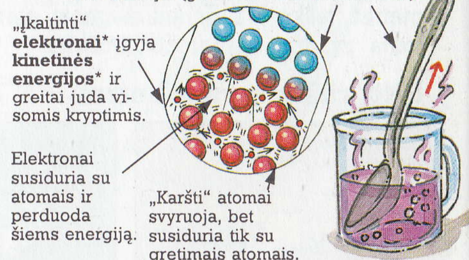


*Elektrovara, 60; Gradavimas, 115; Idealiosios dujos, 33; Meniskas, 115; Termistorius, 65; Varža, 62.

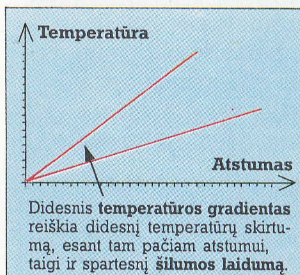
Šilumos perdavimas

Kai tik yra temperatūrų skirtumas, **šiluminė energija** (žr. p. 9) savaime perduodama iš šiltesnės vietos į šaltesnę **šilumos laidumo**, **konvekcijos** arba **spinduliavimo** būdu. Dėl to didėja „šaltesnių" atomų **vidinė energija*** ir kyla jų temperatūra, drauge mažėja „šiltesnių" atomų energija ir krinta jų temperatūra. Šis procesas vyksta tol, kol temperatūra visoje srityje suvienodėja. Tokia būsena vadinama **termodinamine pusiausvyra**.

• **Šilumos laidumas** (procesas). Energijos perdavimo kietaisiais kūnais (taip pat, nors ir mažesniu mastu, skysčiais bei dujomis) būdas. Geri **šilumos laidininkai** energiją perduoda greitai, daugiausia dalyvaujant laisviesiems **elektronams*** (gebantiems laisvai judėti kietajame kūne). Tačiau ją gali perduoti ir svyruodami atomai (žr. **šilumos izoliatorius**).



• **Šilumos izoliatoriai**. Medžiagos (pavyzdžiui, medis ir daugelis skysčių bei dujų), kuriose **šilumos laidumo** vyksmas labai lėtas (jos yra blogi **šilumos laidininkai**). Jos neturi laisvųjų **elektronų***, todėl energiją jose perduoda svyruodami ir susidurdami gretimi atomai.



Didesnis **temperatūros gradientas** reiškia didesnį temperatūrų skirtumą, esant tam pačiam atstumui, taigi ir spartesnį **šilumos laidumą**.

Temperatūros gradientas $= \frac{t_2 - t_1}{x}$;

čia t_1, t_2 — temperatūra atitinkamai *1*-ame ir *2*-ame taške, x — atstumas.

Šiluminės energijos perdavimo greitis, tenkantis ploto vienetui $= k\frac{t_2 - t_1}{x}$;

čia k — metalo **šilumos laidumas**.



• **Šilumos laidumas** (fizikinis dydis). Jis rodo, kaip viena ar kita medžiaga praleidžia šilumą (taip pat žr. p. 114). Šiluminės energijos perdavimo kūnu greitis priklauso nuo medžiagos šilumos laidumo ir **temperatūros gradiento**. Pastarasis atspindi temperatūros priklausomybę nuo atstumo medžiagoje. Kuo didesnis šilumos laidumas ir temperatūros gradientas, tuo sparčiau perduodama energija.

• **Konvekcija**. Šiluminės energijos perdavimo skysčiais ir dujomis būdas. Skystis ar dujos šildomi plečiasi, pasidaro mažiau tankūs ir kyla į viršų. Šaltesnis ir tankesnis skystis ar dujos tuomet grimzta užimdami šiltesniojo vietą. Taip formuojasi **konvekcinė srovė**.

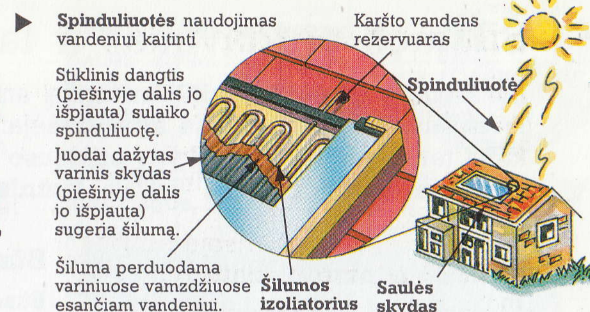
Konvekcinių srovių sukeltas pakrantės brizas (vėjas)



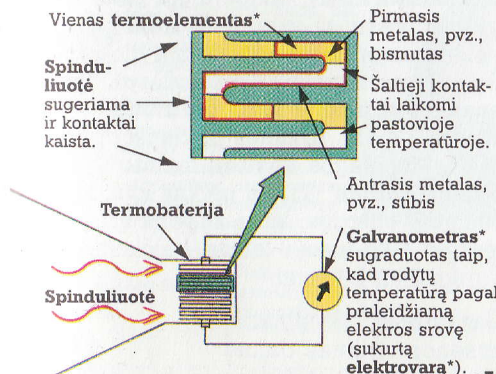


*Elektronai, 83; **Kinetinė energija**, **Vidinė energija**, 9.

• **Spinduliavimas**. Šiluminės energijos perdavimas iš karštesnės vietos į šaltesnę, kuriam nereikalinga **terpė***. Skirtingai nei **šilumos laidumas** ir **konvekcija**, jis gali vykti vakuume. Pačiai spinduliavimo energijai apibūdinti vartojamas spinduliuotės terminas, o ši energija dar vadinama **spinduliuotės energija**. Tai **elektromagnetinės bangos***, didžiąja dalimi — **infraraudonosios***. Dalį krintančios bangų energijos kūnas sugeria, dėl to jo **vidinė energija***, taigi ir temperatūra, padidėja. Taip pat žr. toliau **Leslio kubą**.

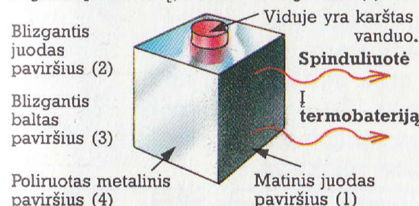


▶ **Spinduliuotės** naudojimas vandeniui kaitinti



• **Termobaterija**, arba **šiluminė baterija**. **Spinduliuotės** lygio matavimo prietaisas. Jį sudaro du ar daugiau (paprastai daugiau nei 50) nuosekliai sujungtų **termoelementų***. Spinduliuotė kaitina vienos pusės metalų kontaktus ir tarp jų bei kitos pusės šaltų kontaktų susidaro temperatūrų skirtumas. Pastarasis sukuria termoelemente **elektrovarą***, kurios vertė parodo sugertos spinduliuotės kiekį.

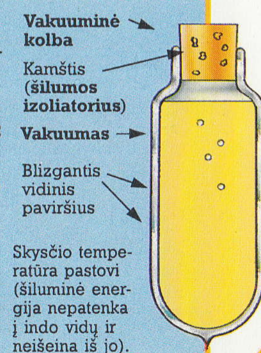
Leslio kubas naudojamas spinduliuotės galiai palyginti — skaičiai rodo, kuris paviršius geriausiai (1) sugeria spinduliuotę, o kuris — blogiausiai (4).



• **Leslio kubas**. Tuščiaviduris kubas plonomis sienelėmis (geras **šilumos laidininkas**), kurių išorinis paviršius nevienodas. Juo galima iliustruoti įvairių paviršių gebėjimą nevienodai spinduliuoti ir sugerti šiluminę energiją. Ši jų savybė palyginama su idealaus kūno (**juodojo kūno**) atitinkama savybe. Juodasis kūnas sugeria visą į jį krintančią spinduliuotę, taip pat yra geriausias spinduliuotės šaltinis.

• **Šiltnamio reiškinys** (**efektas**). Jis stebimas, kai **spinduliuotė** sugeriama uždaroje erdvėje, pvz., šiltnamyje. Tuomet kūnai sugeria saulės spinduliuotę ir pakartotinai išspinduliuoja jau mažesnės energijos spinduliuotę, kuri negali prasiskverbti pro stiklą. Anglies dioksidas atmosferoje suformuoja panašų barjerą. Pastaruoju metu jis didėja, todėl oras pamažu šiltėja.

• **Vakuuminė kolba**, arba **Diuaro indas**. Indas, išlaikantis pastovią jo turinio temperatūrą. Jį sudaro du stikliniai indai blizgančiais paviršiais, sudėti vienas į kitą bei perskirti vakuumo tarpu (vakuumas stabdo energijos perdavimą **šilumos laidumo** ir **konvekcijos** būdu, o blizgantis paviršius — **spinduliavimo** būdu).



***Elektromagnetinės bangos**, 44; **Elektrovara**, 60; **Galvanometras**, 77; **Gradavimas**, 115; **Infraraudonieji spinduliai**, 45; **Termoelementas**, 27; **Terpė**, 115; **Vidinė energija**, 9.

Šilumos perdavimas ir faziniai virsmai

Kai kūnas sugeria **šiluminę energiją** arba jos netenka (žr. p. 28—29), jo **vidinė energija*** didėja arba mažėja. Dėl to kinta (kyla arba krinta) kūno temperatūra (jos pokytis priklauso nuo **šiluminės** kūno **talpos**) arba **agregatinė būsena** (vyksta **fazinis virsmas**).

•**Šiluminė talpa** (*C*). Dydis, rodantis, kiek šiluminės energijos kūnas sugeria arba išskiria, kai jo temperatūra pakinta 1 K. Šiluminė talpa priklauso nuo kūno masės ir medžiagos(-ų), iš kurios(-ių) jis sudarytas. Taigi įvairių kūnų šiluminė talpa yra nevienoda ir turi būti nustatoma kiekvienu atveju.

$Q = C(t_2 - t_1)$;
čia Q — kūno atiduota arba gauta šiluminė energija, C — **šiluminė talpa**, t_1 ir t_2 — temperatūra.

Šiluminės talpos SI vienetas* yra džaulis kelvinui (J/K).

•**Savitoji**, arba **specifinė, šiluma** (*c*). Fizikinis dydis, kuris rodo, kiek šiluminės energijos kūnas sugeria arba išskiria, kai 1 kg jo medžiagos temperatūra pakinta 1 K. Jis apibūdina medžiagą, taigi kiekviena medžiaga turi jai būdingą savitosios šilumos vertę. Kintant medžiagos būsenai, ši vertė taip pat gali kisti. Dar žr. p. 114.

$Q = mc(t_2 - t_1)$;
čia m — kūno masė, c — savitoji šiluma, Q, t_1 ir t_2 — tie patys dydžiai, kaip ir anksčiau.

Savitosios šilumos SI vienetas* yra džaulis kilogramui kelvinui (J/(kg·K)).

Tam tikrą laiką kaitinamas m = 2 kg masės žalvario (savitoji šiluma 380 J/(kg·K)) gabalas. Jo temperatūra pakyla nuo 303 K (t_1) iki 307 K (t_2).

Q (gautas šilumos kiekis) = 2·380× ×(307 – 303) J, taigi Q = 3040 J.

Tiek pat šiluminės energijos sugėrusio 16 kg masės žalvario gabalo temperatūra pakiltų 0,5 K.

Toks pat šiluminės energijos kiekis, perduotas 2 kg masės vario gabalui, pakeltų jo temperatūrą 3,8 K.

Vadinasi, vario savitoji šiluma lygi 400 J/(kg·K).

Būsenos kitimas

Būsenos kitimas — tai vienos **agregatinės būsenos** (kietosios, skystosios ar dujinės) virtimas kita (apie būsenas dar žr. p. 4). Kintant būsenai (vykstant faziniam virsmui), temperatūra lieka pastovi, nes visa sugeriama arba išskiriama energija naudojama molekulių ryšiams nutraukti arba sudaryti. Toji energija vadinama **fazinio virsmo šiluma** (*L*); žr. grafines priklausomybes p. 31. Medžiagos **savitoji fazinio virsmo šiluma** (*l*) yra ne kas kita, kaip šiluminė energija, kurią sugeria arba išskiria 1 kg masės kūnas, keičiantis jo agregatinei būsenai.

•**Garavimas**. Skystosios būsenos virtimas dujine temperatūroje, vadinamoje skysčio **virimo tašku** (pasiekęs šį tašką, skystis verda). Garavimo terminu apibūdinamas ir bet koks dujų arba garų susidarymo vyksmas. Taigi prie garavimo priskiriamas ir **sublimacijos** reiškinys.

•**Kietėjimas**, arba **kristalizacija**. Skystosios būsenos virtimas kietąja **užšalimo taške** (ta pati temperatūra atitinka ir kietojo kūno **lydymosi tašką**).

•**Lydymasis**. Kietosios būsenos virtimas skystąja kietojo kūno **lydymosi taške**.

•**Kondensacija**. Dujinės ar garų būsenos virtimas skystąja.

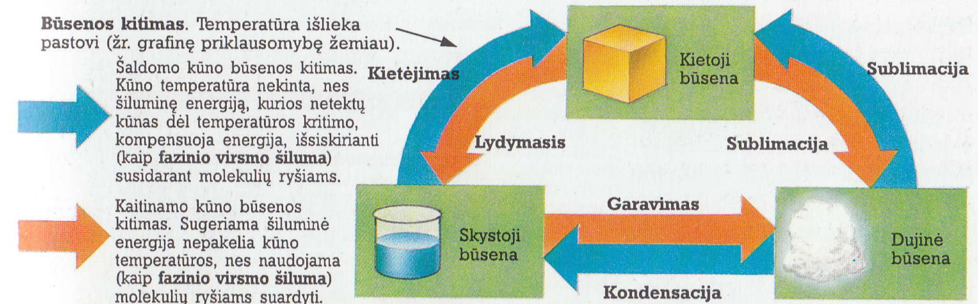
*__SI vienetai__, 96; **Vidinė energija**, 9.

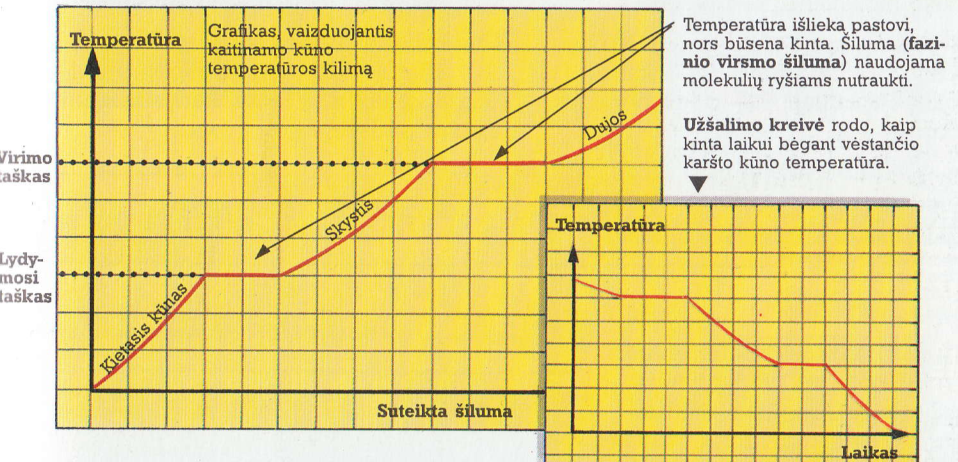
•**Garavimas** (bendrąja prasme). Skysčio virtimas garais skysčio molekulėms išlekiant iš jo paviršiaus. Garuoja bet kokios temperatūros medžiaga. Garavimo greitis didėja kylant temperatūrai, didėjant paviršiaus plotui, mažėjant slėgiui, taip pat oro srautui tuoj pat pašalinant garus nuo skysčio paviršiaus. Garavimui reikalinga **fazinio virsmo šiluma** (žr.

būsenos kitimą) imama iš paties skysčio; dėl to jis atšąla, kartu atšaldydamas ir aplinką.

•**Sublimacija**. Kietosios medžiagos tiesioginis virtimas dujomis (arba atvirkščiai) aplenkiant skystąją būseną.

Sausasis ledas (kietasis anglies dioksidas) **sublimuoja**.





•**Savitoji**, arba **specifinė, garavimo (fazinio virsmo) šiluma** (*l*). Šilumos kiekis, reikalingas 1 kg skystosios medžiagos paversti garais jos **virimo taške**. Tokia pati šiluma išsiskiria vykstant priešingos krypties procesui.

•**Savitoji**, arba **specifinė, lydymosi (fazinio virsmo) šiluma** (*l* arba λ). Šilumos kiekis, reikalingas 1 kg kietosios medžiagos paversti skysčiu jos **lydymosi taške**. Tokia pati šiluma išsiskiria vykstant priešingos krypties procesui. Taip pat žr. p. 114.

$Q = m \cdot l$;
čia Q — kūno gautas arba atiduotas šilumos kiekis, m — kūno masė, l — **savitoji fazinio virsmo šiluma**.

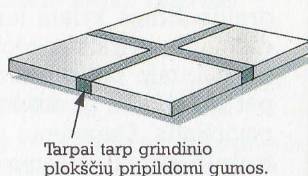
Savitosios fazinio virsmo šilumos SI vienetas* yra džaulis kilogramui (J/kg).

*__SI vienetai__, 96.

Šiluminis plėtimasis

Dauguma kūnų šildomi plečiasi — jų molekulės juda greičiau ir labiau nutolsta viena nuo kitos. Šio plėtimosi matas (**plėtimosi koeficientas**) priklauso nuo **tarpmolekulinių jėgų***. Kai slėgis pastovus, gaudami tą patį kiekį šilumos kietieji kūnai plečiasi mažiausiai (nes jų molekulės išsidėsčiusios arčiausiai, todėl stipriausiai veikia viena kitą), skysčiai — labiau, o dujos — labiausiai.

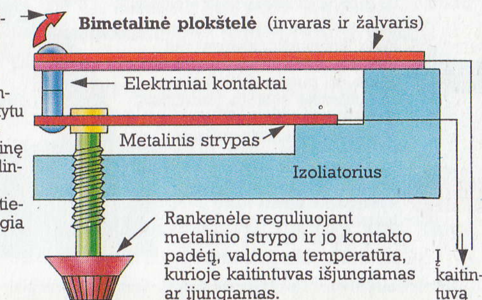
Į kietųjų kūnų plėtimąsi reikia atsižvelgti statybos darbuose.



Tarpai tarp grindinio plokščių pripildomi gumos.

•**Bimetalinė plokštelė**. Įtaisas, demonstruojantis kietųjų kūnų šiluminį plėtimąsi. Jis pagamintas iš dviejų vienodo ilgio skirtingų metalinių plokštelių, sujungtų kartu išilgai. Kaitinami arba šaldomi abu metalai atitinkamai plečiasi arba traukiasi, tačiau nevienodai, todėl plokštelė išlinksta. Tokia plokštelė naudojama **termostate**.

Termostatas (temperatūros reguliatorius)



Įkaitusi plokštelė išlinksta, kairysis jos galas pakyla aukštyn ir rankenėle nustatytu momentu nutraukia elektrinę grandinę. Aplinkai atšalus, plokštelė išsitiesia ir vėl įjungia kaitintuvą.

Rankenėle reguliuojant metalinio strypo ir jo kontakto padėtį, valdoma temperatūra, kurioje kaitintuvas išjungiamas ar įjungiamas.

•**Ilgėjimo koeficientas** (α). Kietojo kūno pradinio ilgio dalis, kuria pailgėja kūnas, kai jo temperatūra pakyla 1 K.

•**Paviršiaus plėtimosi koeficientas** (β). Kietojo kūno pradinio ploto dalis, kuria kūnas išsiplečia, kai jo temperatūra padidėja 1 K.

Kietųjų kūnų ar skysčių

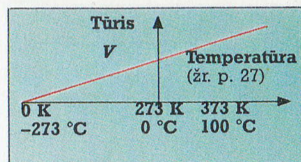
$$\textbf{plėtimosi koeficientas (ilgėjimo, paviršiaus ar tūrio plėtimosi)} = \frac{\textbf{ilgio, ploto ar tūrio pokytis}}{\textbf{pradinis ilgis, plotas ar tūris} \times \textbf{temperatūros prieaugis}}.$$

Vienintelis tinkamas matas skysčiams yra **tūrio plėtimosi koeficientas**: **tikrasis** arba **tariamasis** (žr. p. 33); taigi toks yra ir tūrio pokytis formulėje.

Dujų

$$\textbf{tūrio plėtimosi koeficientas} = \frac{\textbf{tūrio pokytis, esant pastoviam slėgiui}}{\textbf{tūris esant 0 °C (273 K)} \times \textbf{temperatūros prieaugis}}.$$

•**Tūrio plėtimosi koeficientas** (γ). Medžiagos pradinio tūrio dalis, kuria išsiplečia medžiaga, kai jos temperatūra pakyla 1 K. Jeigu slėgis pastovus, visų **idealiųjų dujų** tūrio plėtimosi koeficientas vienodas. Kadangi dujos stipriai plečiasi, pradiniu jų tūriu visuomet pasirenkamas 0 °C temperatūros dujų tūris, nes tik tuomet galima tiksliai palyginti tūrius (tai ne visada galima pasakyti apie kietuosius kūnus ir skysčius, nes jų tūrio pokyčiai labai maži).



◀ **Idealiųjų dujų** tūrio grafinė priklausomybė nuo temperatūros (kai slėgis pastovus). Ji nubraižyta remiantis **Gei-Liusako dėsniu** (tūris tiesiog proporcingas temperatūrai).

Nuo nulinį tūrį atitinkančios padalos iki 0 °C temperatūros kūno tūrį (*V*) atitinkančios padalos yra 273 temperatūros skalės padalos.

Grafikas kyla proporcingai, todėl kiekvieną padalą (temperatūros prieaugį 1 K) atitinka dujų tūrio prieaugis 1/273 tūrio *V* dalimi.

Taigi **idealiųjų dujų**

$$\textbf{tūrio plėtimosi koeficientas} = \frac{1}{273}\ \mathrm{K}^{-1}.$$

*Tarpmolekulinė jėga, 7.

•**Tikrasis**, arba **absoliutusis, tūrio plėtimosi koeficientas**. Tiksliai išmatuotas santykinis tūris, kuriuo išsiplečia skystis, pakilus jo temperatūrai 1 K.

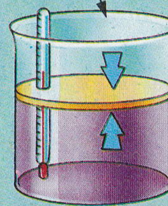
•**Tariamasis tūrio plėtimosi koeficientas**. Santykinis tūris, kuriuo skystis tariamai išsiplečia, pakilus jo temperatūrai 1 K. Iš tikrųjų dėl suteiktos šilumos šiek tiek išsiplečia ir indas, todėl jo skalė tampa netiksli.

•**Anomalusis plėtimasis**. Kai kurių skysčių (pvz., vandens) traukimasis, o ne plėtimasis temperatūrai kylant tam tikrame intervale (pvz., nuo 0 °C iki 4 °C).

Dujų savybės

Visų dujų savybės panašios, o vyksmus dujose nusako keli **dujų dėsniai** (žr. toliau). **Idealiosios dujos** — teorinės dujos, kurioms pagal apibrėžimą tiksliai galioja **Boilio ir Marioto dėsnis** (bet kokios temperatūros ir slėgio sąlygomis), taip pat ir kiti du dėsniai. Normalios temperatūros ir normalaus slėgio realiosios dujos apytiksliai prilygsta idealiosioms (kuo aukštesnė temperatūra ir kuo mažesnis slėgis, tuo tikslesnis šis artinys), todėl dujų dėsnius dažniausiai galima joms taikyti.

Žymenys:
- *p* — slėgis
- *V* — tūris
- *T* — **absoliutinė temperatūra**
- *R* — **universalioji dujų konstanta***

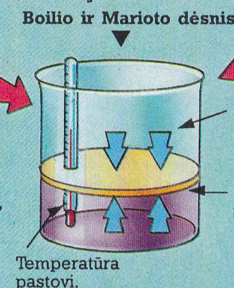


Dujos, kurių temperatūra, slėgis ir tūris yra pastovūs

Boilio ir Marioto dėsnis

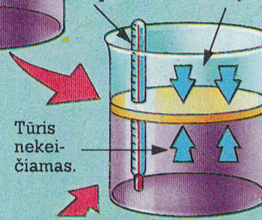
$V \sim \frac{1}{p}$, arba

$pV = \text{const.}$



Boilio ir Marioto dėsnis. Kai temperatūra pastovi, tam tikros masės dujų tūris yra atvirkščiai proporcingas slėgiui. Pavyzdžiui, dujų slėgiui didėjant, jų tūris mažėja proporcingai šiam slėgiui — molekulės artėja viena prie kitos. Pabrėžiame, kad dujų sukeliamas slėgis padidėja tiek pat, kiek ir dujas veikiantis slėgis (molekulės vis dažniau atsitrenkia į indo sieneles).

Šarlio dėsnis

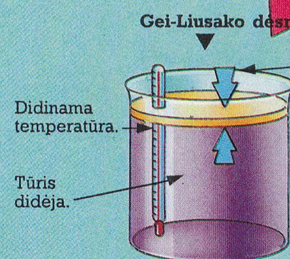


$p \sim T$, arba

$\frac{p}{T} = \text{const.}$

Šarlio dėsnis (arba slėgio dėsnis). Kai tūris pastovus, tam tikros masės dujų slėgis tiesiog proporcingas **absoliutinei temperatūrai**. Pavyzdžiui, jei temperatūra kyla, bet tūris nekinta, dujų slėgis didėja proporcingai šiai temperatūrai — molekulės juda greičiau, taigi vis dažniau atsitrenkia į indo sieneles. Kad tūris liktų pastovus, dujas veikiantis slėgis turi padidėti tiek pat, kiek ir pačių dujų slėgis.

Gei-Liusako dėsnis



$V \sim T$, arba

$\frac{V}{T} = \text{const.}$

Gei-Liusako dėsnis (dar vadinamas **Šarlio dėsniu**). Kai slėgis pastovus, tam tikros masės dujų tūris proporcingas **absoliutinei temperatūrai**. Pavyzdžiui, jei dujų temperatūra kyla, o slėgis nekinta, tai tūris didėja proporcingai šiai temperatūrai (indo su dujomis tūris gali keistis) — molekulės greičiau juda ir tolsta viena nuo kitos. Pabrėžiame, kad dujų sukeliamas slėgis, kaip ir dujas veikiantis slėgis, yra pastovus (molekulės atsitrenkia į sieneles tuo pačiu dažniu — jos užima didesnį tūrį, bet didesnė ir jų energija).

Idealiųjų dujų lygtis, arba **bendroji dujų lygtis**, arba **būsenos lygtis** (**Klapeirono lygtis**) sieja visus dydžius:

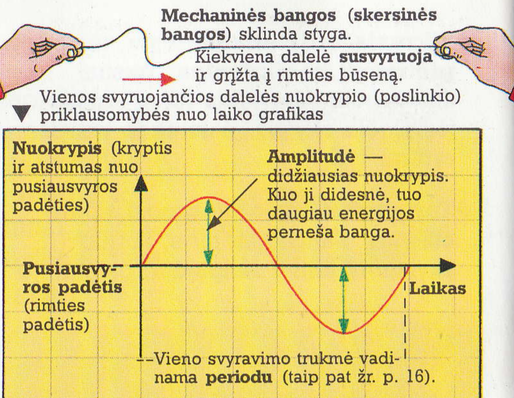
Vieno **molio*** dujų

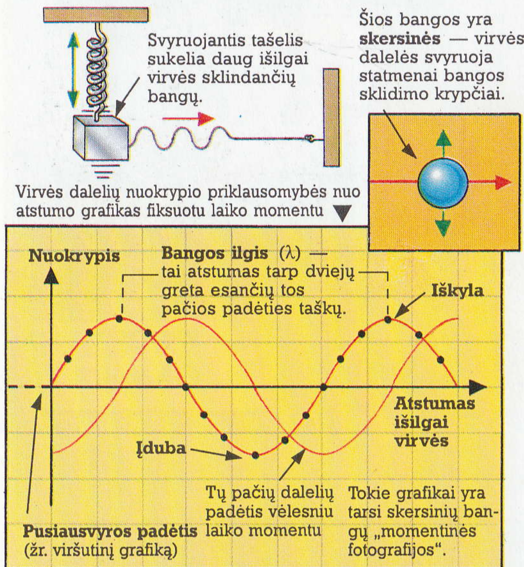
$\frac{pV}{T} = R$, arba $pV = RT$

* **Absoliutinė temperatūra**, 27 (**Absoliutinės temperatūros skalė**); **Molis**, 96; **Universalioji dujų konstanta**, 113.

Bangos

Visos **bangos** perduoda energiją nepernešdamos **terpės***, kurioje sklinda. Jos taip pat vadinamos **sklindančiomis** arba **bėgančiomis bangomis**, nes energija keliauja iš šaltinio į aplinkos taškus (bet atkreipkite dėmesį į **stovinčiąją bangą**, p. 43). Bangos būna dviejų rūšių: **mechaninės bangos**, kaip antai garso bangos, ir **elektromagnetinės bangos** (žr. p. 44). Visais atvejais **bangavimas** yra pasikartojantis judėjimas (žr. **periodinį judėjimą**, p. 16), arba **svyravimas**, kurio metu atsikartoja vienodi ekstremumai (kraštinės padėtys).

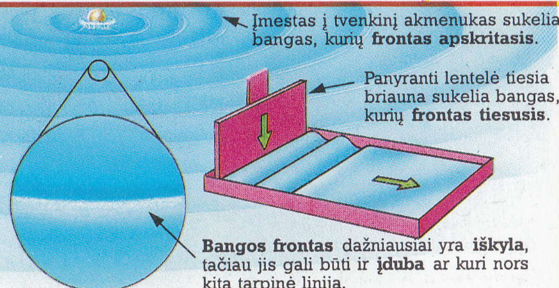




Mechaninės bangos — tai sklindantys dalelių (molekulių), o elektromagnetinės bangos — elektrinių ir magnetinių laukų virpesiai (svyravimas).

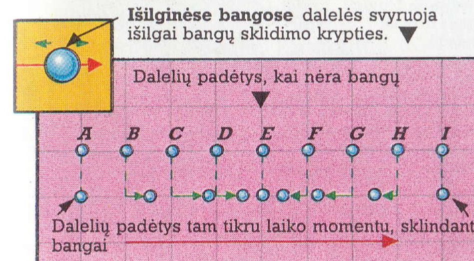
- **Skersinės bangos**. Bangos, kuriose dalelės (laukai) svyruoja statmenai energijos (bangų) sklidimo krypčiai, pvz., vandens bangos (dalelių svyravimas) ir visos **elektromagnetinės bangos*** (laukų virpesiai; žr. įvadą).
- **Iškylos**. Taškai, kuriuose banga sukelia didžiausią teigiamą **terpės*** nuokrypį. Kai kurias sklindančių bangų iškylas, pvz., vandens bangų, galima stebėti.
- **Įdubos**. Taškai, kuriuose banga sukelia didžiausią neigiamą **terpės*** nuokrypį. Kai kurių sklindančių bangų įdubas, pvz., vandens bangų, galima stebėti.

- **Bangos frontas**. Bet kuri sklindančios bangos linija ar sritis, jungianti tos pačios padėties taškus. Bangos frontas paprastai statmenas bangos sklidimo krypčiai ir gali būti įvairios formos, pvz., **apskritasis** arba **tiesusis bangos frontas**.

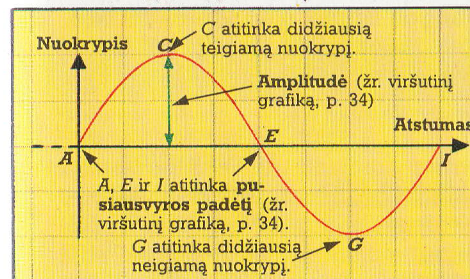


*Elektromagnetinės bangos, 44; Terpė, 115.

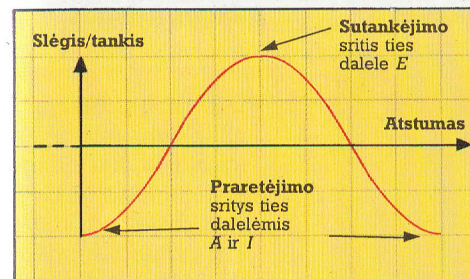
- **Išilginės bangos**. Bangos, kuriose dalelės svyruoja išilgai bangos sklidimo krypties, pvz., garso bangos. Jos visos yra **mechaninės bangos** (žr. įvadą), t. y. jose svyruoja dalelės.



Viršuje pavaizduotų dalelių grafikas tam tikru laiko momentu. Šiuo atveju grafikas nėra bangos „fotografija“ (žr. antrąjį grafiką, p. 34).



Grafinė slėgio arba tankio priklausomybė nuo atstumo, sklindant **išilginei bangai**, rodo **sutankėjimą** (padidėjusio slėgio sritį) ir **praretėjimą** (sumažėjusio slėgio sritį).



- **Sutankėjimas**. Terpės, kuria sklinda **išilginė banga**, sritis, kurioje molekulių slėgis ir tankis yra didesnis už tos pačios terpės molekulių slėgį ir tankį nesklindant bangai.
- **Praretėjimas**. Terpės, kuria sklinda **išilginė banga**, sritis, kurioje molekulių slėgis ir tankis yra mažesnis už tos pačios terpės molekulių slėgį ir tankį nesklindant bangai.

*Slopimas, 16; Terpė, 115.

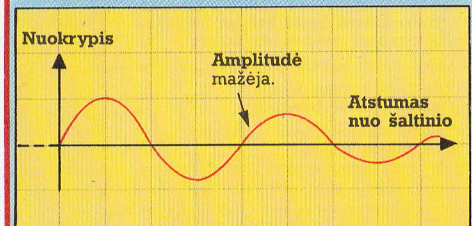
- **Bangos greitis**. Atstumas, kurį banga nueina per vieną sekundę. Jis priklauso nuo **terpės***, kuria sklinda banga. Kuo tankesnė terpė, tuo lėtesnė banga.

$$\text{Bangos greitis} = \frac{\text{bangos nueitas atstumas}}{\text{laikas}} = \frac{\text{per tam tikrą laiką tašką praėjusių bangų skaičius} \times \text{bangos ilgis}}{\text{laikas}} = \text{dažnis} \times \text{bangos ilgis}.$$

Taigi $v = \nu\lambda$; čia v — **bangos greitis**, ν — **dažnis**, λ — **bangos ilgis**.

- **Bangos dažnis** (ν). Per vieną sekundę atliekamų svyravimų (virpesių) skaičius tam tikrame taške (taip pat žr. p. 16). Jis lygus svyravimų (virpesių) skaičiui per sekundę (žr. antrąjį grafiką, p. 34).
- **Silpimas**. Laipsniškas sklindančios medžiaga ir prarandančios energiją bangos **amplitudės** mažėjimas (žr. viršutinį grafiką, p. 34). Svyravimo amplitudė toliau nuo šaltinio yra mažesnė negu arčiau jo. Į tai galima žiūrėti kaip į bendrąjį **slopimą***, nors šis terminas iš tikrųjų labiau taikytinas kalbant apie vienos dalelės svyravimo amplitudės laipsnišką mažėjimą.

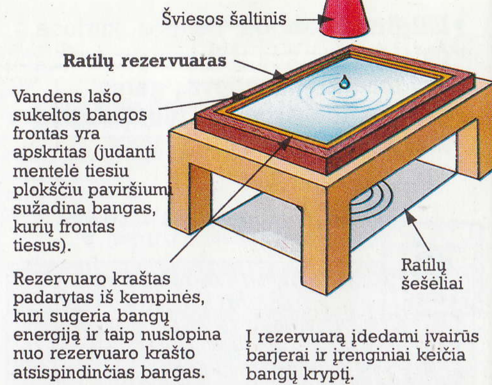
Silpstančiąją bangą vaizduojantis grafikas



- **Bangos intensyvumas**. Bangos pernešamos energijos matas. Jis apibūdinamas kaip krintančios į ploto vienetą per laiko vienetą energijos kiekis. Bangos intensyvumas priklauso tiek nuo **bangos dažnio**, tiek nuo jos **amplitudės**.

Atspindys, lūžimas ir difrakcija

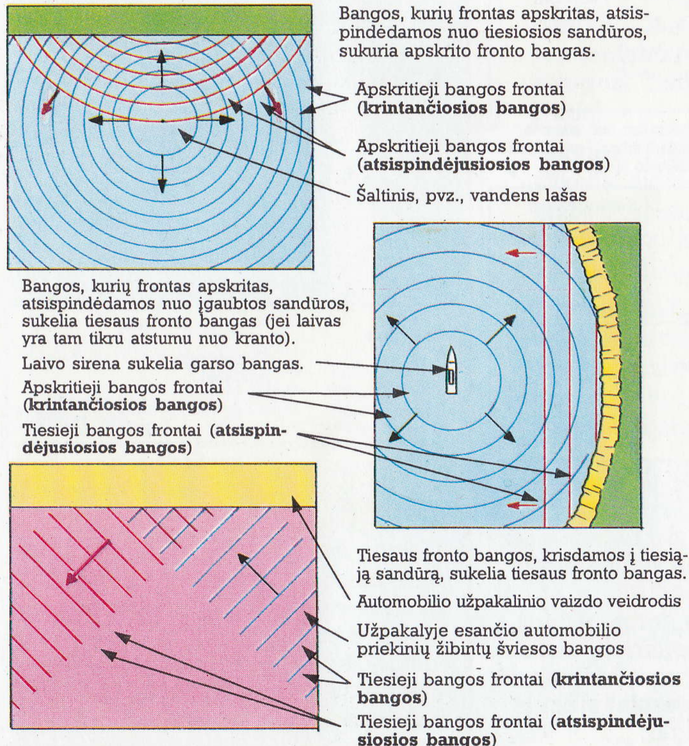
Kliūtis ar terpės pokytis sukelia bangos **atspindį**, **lūžimą** ar **difrakciją**. Tai įvairių rūšių bangos sklidimo krypties pasikeitimas, dėl kurio dažnai gali pakisti ir **bangos fronto*** forma. Apie šviesos atspindį ir lūžimą dar skaitykite p. 46—53.



•**Ratilų rezervuaras**. Vandens rezervuaras, naudojamas vandens bangų savybėms demonstruoti.

•**Atspindys**. Atšokančios nuo dviejų **terpių*** sandūros bangos krypties pasikeitimas. Patyrusi atspindį banga vadinama **atsispindėjusiąja banga**. Jos fronto forma priklauso nuo **krintančiosios bangos fronto** ir sandūros formos. Apie šviesos bangų atspindį dar skaitykite p. 46—49.

Atsispindėjusiųjų bangų formų pavyzdžiai



•**Krintančioji banga**. Banga, sklindanti dviejų **terpių*** sandūros link. Jos frontai vadinami **krintančiaisiais bangos frontais**.

•**Difrakcija**. Bangų užlinkimo reiškinys, stebimas, kai banga sutinka kliūtį arba skverbiasi pro mažą kiaurymę. Bangos užlinkimo didumas priklauso nuo kliūties arba kiaurymės dydžio ir **bangos ilgio*** tarpusavio santykio. Kuo mažesnė kliūtis ar kiaurymė, tuo labiau užlinksta banga.

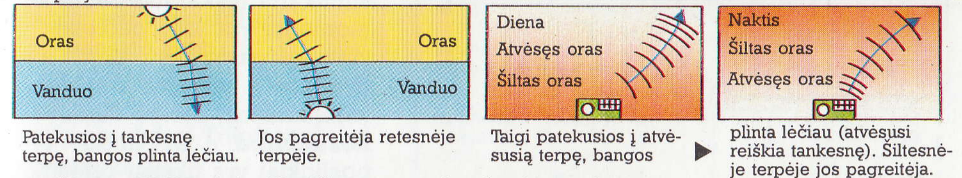
*Bangos frontas, Bangos ilgis, 34; Terpė, 115.

•**Lūžimas**. Patekusios į naują **terpę*** bangos sklidimo krypties pasikeitimas; naujoje terpėje banga sklinda jau kitokiu greičiu. Patyrusi lūžimą banga vadinama **lūžusiąja banga**. Keičiantis bangos greičiui, jos **bangos ilgis*** didėja arba mažėja, bet **dažnis*** lieka pastovus. Apie šviesos lūžimą dar skaitykite p. 50—53.

Iš **terpės*** *A* sklindančios bangos terpėje *B* sulėtėja, pvz., vandens bangos, sklindančios iš gilesnio vandens į seklesnį.
Krintantieji bangos frontai
Bangos fronto dalis *X* naujoje terpėje juda lėčiau už kitą dalį, vis dar esančią pirmojoje terpėje.
Jei nebūtų naujos terpės, fronto dalis būtų čia.
Lūžusiųjų bangų frontai
Bangos ilgis* mažesnis

Iš terpės *B* sklindančios bangos terpėje *A* pagreitėja.
Lūžusiųjų bangų frontai
Bangos ilgis* didesnis
Bangos fronto dalis *X* naujoje terpėje juda greičiau už kitą dalį, vis dar esančią pirmoje terpėje.
Jei nebūtų naujos terpės, fronto dalis būtų čia.
Krintantieji bangos frontai

Kiti pavyzdžiai



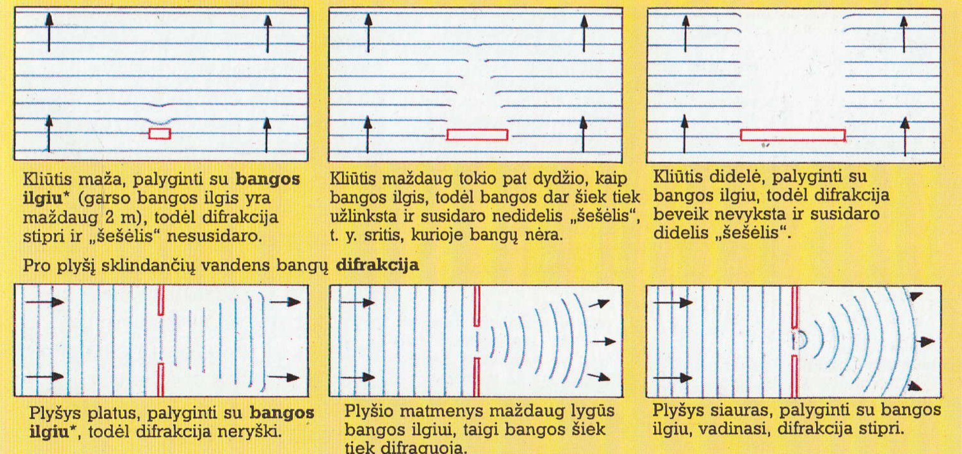
Patekusios į tankesnę terpę, bangos plinta lėčiau. Jos pagreitėja retesnėje terpėje. Taigi patekusios į atvėsusią terpę, bangos ▶ plinta lėčiau (atvėsusi reiškia tankesnę). Šiltesnėje terpėje jos pagreitėja.

•**Lūžio rodiklis** (*n*). Skaičius, parodantis duotosios **terpės*** gebėjimą **laužti** spindulius prieš ją esančios terpės atžvilgiu. Jis apskaičiuojamas dalijant **krintančiosios bangos** greitį pirmojoje terpėje iš **lūžusiosios bangos** greičio duotojoje terpėje (vartojami atitinkami indeksai; žr. formulę). Terpės **absoliutinis lūžio rodiklis** lygus šviesos greičiui vakuume (arba tiesiog ore), padalytam iš šviesos greičio toje terpėje. Apie lūžio rodiklį ir šviesą dar skaitykite p. 50.

Šis rodiklis reiškia 2-osios **terpės*** **lūžio rodiklį** 1-osios terpės atžvilgiu.

$$_1n_2 = \frac{v_1}{v_2};$$

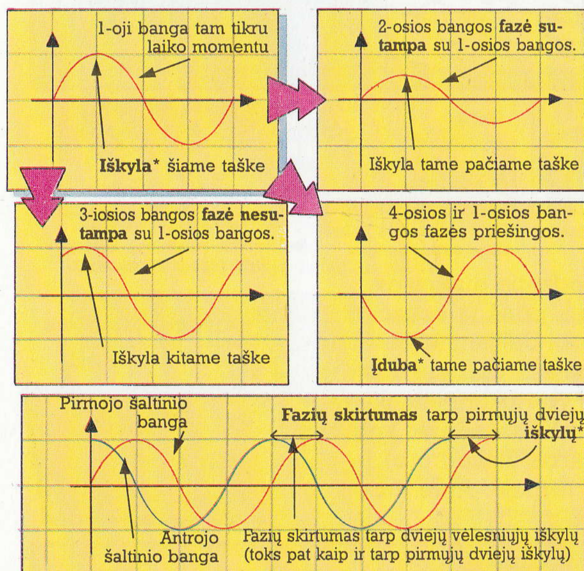
čia v_1, v_2 — greitis atitinkamai pirmojoje ir antrojoje **terpėje***.



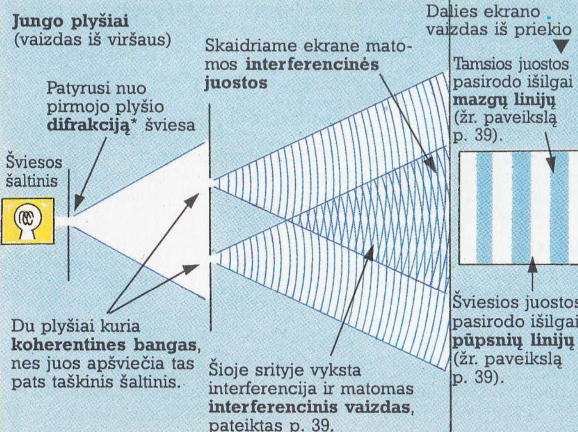
*Bangos dažnis, 35; Bangos ilgis, 34; Terpė, 115.

Bangų interferencija

Kai dvi ar daugiau bangų sklinda vienodomis arba skirtingomis erdvės kryptimis, stebimas atstojamojo trikdymo kitimas tuose taškuose, kur bangos susitinka (žr. **superpozicijos principą**, p. 39). Šis reiškinys vadinamas **interferencija**. Demonstruojant interferenciją, pavyzdžiui, **ratilų rezervuaru***, naudojami šaltiniai, sukeliantys **koherentines bangas**, t. y. to paties bangos ilgio ir dažnio, tos pačios **fazės** arba vienodo **fazių skirtumo** bangas (žr. **bangos fazę**). Tai užtikrina dėsningo atkuriamo trikdymo **interferencinio vaizdo** sukūrimą (žr. paveikslą p. 39). Nekoherentinės bangos sukelia tik nuolat kintantį painų bangų maišymąsi.



• **Bangos fazė**. Sakoma, kad dviejų bangų **fazės sutampa**, jei vienodas tų bangų dažnis, o atitinkami taškai tuo pačiu laiko momentu yra tose pačiose vietose (pavyzdžiui, abu **iškyloje***). Jei minėta sąlyga netenkinama, bangų **fazės nesutampa**, o jei bangų poslinkiai yra tiksliai priešingi (pvz., iškyla ir **įduba***), tai priešingos ir tų bangų fazės. Dviejų bangų **fazių skirtumas** yra dydis, matuojamas kampu, kuriuo vienos bangos taškas aplenkia kitos bangos atitinkamą tašką arba nuo jo atsilieka. Priešingų fazių bangų fazių skirtumas sudaro 180°, o tos pačios fazės bangų — 0°.



• **Jungo plyšiai**. Dviejų siaurų lygiagrečių plyšių derinys, naudojamas dviem **koherentinės** šviesos šaltiniams gauti (žr. įvadą). Sukurti koherentines šviesos bangas (interferencijai tirti) ne taip lengva, kaip kitas koherentines bangas, nes paprastai šviesos bangos yra chaotiškos. **Difragavusios** nuo plyšių šviesos interferencija stebima ekrane kaip pasikartojančios tamsios ir šviesios juostos, vadinamos **interferencinėmis juostomis**.

*Difrakcija, 36; Įdubos, Iškylos, 34; Ratilų rezervuaras, 36.

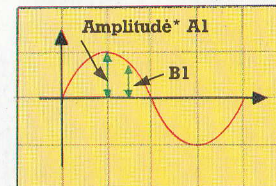
• **Superpozicijos principas**. Jis teigia, kad susitikusių kuriame nors taške dviejų ar daugiau bangų (šis jų susitikimas vadinamas bangų superpozicija) atstojamasis nuokrypis lygus atskirų bangų nuokrypių (teigiamų ir neigiamų) sumai.

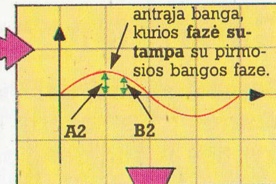
• **Konstruktyvioji interferencija**. Trikdymo padidėjimas (stiprinimas), atsirandantis dėl dviejų **vienodos fazės** bangų **superpozicijos** (žr. **bangos fazę**).

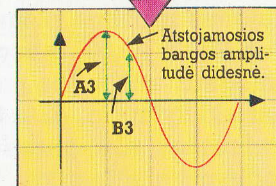
• **Destruktyvioji superpozicija**. Trikdymo sumažėjimas, atsirandantis dėl dviejų **priešingos fazės** bangų **superpozicijos**.

Konstruktyvioji interferencija

Pirmoji banga klojasi su







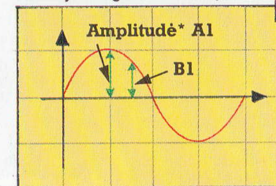
Jei dviejų susitinkančių bangų, kurių amplitudė A1, fazės sutampa, tai atstojamoji amplitudė dvigubai didesnė už pradinę.

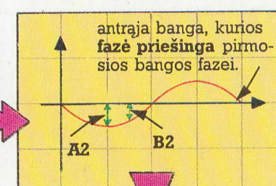
Pagal **superpozicijos principą**, **A1 + A2 = A3**.

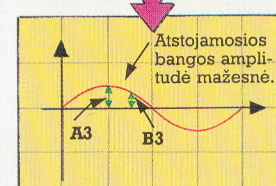
Tai galioja ir nuokrypiui bet kuriame kitame taške, pvz., **B1 + B2 = B3**.

Destruktyvioji interferencija

Pirmoji banga klojasi su







Jei dviejų susitinkančių bangų, kurių amplitudė A1, fazės yra priešingos, tai atstojamoji amplitudė lygi nuliui.

• **Mazgai**, arba **mazgų taškai**. Taškai, kuriuose nuolat vyksta **destruktyvioji interferencija**; dėl to jie visą laiką išlieka mažiausio trikdymo taškais, t. y. taškais, kuriuose **iškyla*** sutinka **įdubą*** arba **sutankėjimas*** — **praretėjimą***. **Mazgų liniją** sudaro vien tik mazgai.

• **Pūpsniai**, arba **pūpsnių taškai**. Taškai, kuriuose nuolat vyksta **konstruktyvioji interferencija**; dėl to jie visą laiką išlieka didžiausio trikdymo taškais, t. y. taškais, kuriuose susitinka dvi **iškylos*** arba dvi **įdubos*** (du **sutankėjimai*** arba du **praretėjimai***). **Pūpsnių liniją** sudaro vien tik pūpsniai.

Interferencinis vaizdas tam tikru laiko momentu (parodytos ne visos pūpsnių ir mazgų linijos)

Du šaltiniai (*S1* ir *S2*) kuria **koherentines bangas**, šiuo atveju — **vienodos fazės** bangas.

Iškyla* arba **sutankėjimas***

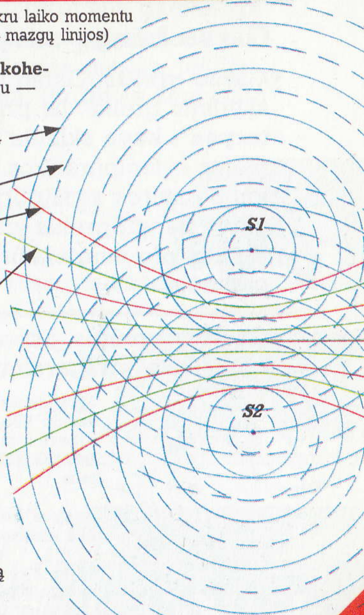
Įduba* arba **praretėjimas***

Pūpsnių linija (konstruktyvioji interferencija)

Mazgų linija (destruktyvioji interferencija). Jei bangų amplitudė vienoda, trikdymas visuose šios linijos taškuose lygus nuliui.

Priklausomai nuo bangų rūšies pūpsnių linijos žymi vandens paviršiaus nelygumų, stipraus garso ar ryškios šviesos sritis (taip pat žr. **Jungo plyšių** paveikslą p. 38).

Mazgų linijos žymi ramų vandenį, tylų garsą ar tamsą (taip pat žr. **Jungo plyšių** paveikslą).



*Amplitudė, 34; Įdubos, 34; Iškylos, 34; Praretėjimas, 35; Sutankėjimas, 35.

Garso bangos

Garso bangos, dar vadinamos **akustinėmis bangomis**, yra **išilginės bangos***. Jas sukuria dalelės, svyruojančios išilgai bangų sklidimo krypties ir sudarančios didelio bei mažo slėgio sritis (**sutankėjimus*** ir **praretėjimus***). Jos sklinda kietaisiais kūnais, skysčiais bei dujomis ir užima platų **dažnio*** diapazoną. Bangas, kurių dažnis yra nuo 20 iki 20 000 **hercų*** (**garsinio dažnio diapazonas**), junta žmogaus ausis. Jos paprastai vadinamos garsu (apie garso suvokimą dar skaitykite p. 42—43). Kitos aukštesnio ir žemesnio dažnio bangos vadinamos **ultragarsu** ir **infragarsu**. Garso bangas tiriantis mokslas vadinamas **akustika**.

•**Ultragarsas**. Garsas, sudarytas iš **ultragarso bangų**, kurių **dažnis*** didesnis už žmogaus ausies juntamo diapazono dažnį, t. y. už 20 000 **hercų***. Šios bangos taikomos daugelyje sričių.



Kūdikio vaizdas motinos gimdoje



Ultragarsas naudojamas žmogaus kūno **ultragarsiniam skenavimui** (pasinaudojama **aidu**; žr. p. 41).

Kaulai, riebalai ir raumenys skirtingai atspindi **ultragarso bangas**. Atspindėtos bangos (**aidas**) paverčiamos elektros impulsais, kurie suformuoja vaizdą ekrane.

•**Infragarsas**. Garsas, sudarytas iš **infragarso bangų**, kurių **dažnis*** mažesnis už žmogaus ausies juntamo diapazono dažnį, t. y. už 20 **hercų***. Šiuo metu tokios bangos nedaug kur taikomos technikoje, nes yra žalingos žmogaus organizmui.

Garso bangų savybės

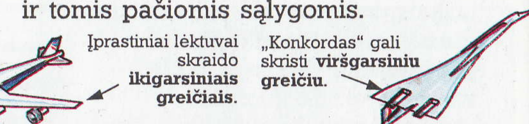
•**Garso greitis**. Garso bangos sklidimo greitis. Jis priklauso nuo **terpės***, kuria sklinda garsas, rūšies ir temperatūros. 0 °C temperatūros sausu oru sklindančių garso bangų greitis yra 331 m/s. Pakilus oro temperatūrai, jis padidėja.

•**Ikigarsinis greitis**. Greitis, mažesnis už **garso greitį** toje pačioje **terpėje*** ir tomis pačiomis sąlygomis.

•**Viršgarsinis greitis**. Greitis, didesnis už **garso greitį** toje pačioje **terpėje*** ir tomis pačiomis sąlygomis.

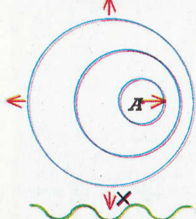


Įprastiniai lėktuvai skraido **ikigarsiniais greičiais**.



„Konkordas" gali skristi **viršgarsiniu greičiu**.

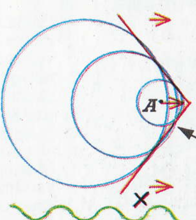
•**Garsinis smūgis**. Stiprus trenksmas, kurį sukelia **viršgarsiniu greičiu** skrendančio lėktuvo sukurta **smūginė banga** (žr. toliau), pasiekusi klausytoją.



Skrendantis lėktuvas (*A*) ore sudaro **išilgines bangas***, t. y. didelio ir mažo slėgio sritis (**sutankėjimus*** ir **praretėjimus***).

Bangos frontai* gali „atitrūkti" nuo lėktuvo ir pradėti sklaidytis.

Taške *X* esantis klausytojas bangas pajus kaip garsą (oro „švilpimą" ir variklių gausmą).



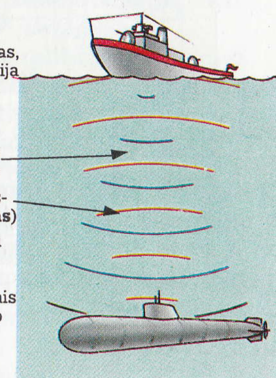
Viršgarsinis lėktuvas (*A*) aplenkia savo garso bangų frontus, sukurdamas naujus, kurie iš dalies dengia vienas kitą.

Prieš lėktuvą sukuriama didelio slėgio sritis (**smūginė banga**), kuri negali „pabėgti" nuo lėktuvo, kaip laivų priekio sukeliama vandens banga (jei laivas plaukia greičiau už jo sukeltas bangas).

Taške *X* esantis klausytojas šią bangą išgirs kaip stiprų **garsinį smūgį**.

*Bangos dažnis, 35; Bangos frontas, 34; Hercas, 16 (Dažnis); Išilginės bangos, 35; Praretėjimas, Sutankėjimas, 35; Terpė, 115.

•**Aidas**. Atsispindėjęs nuo paviršiaus garsas, girdimas vėliau už originalųjį. Aidas (paprastai **ultragarso bangų**) dažnai naudojamas tiksliai kūnų vietai nustatyti (matuojant laiką, kurį aidas užtrunka grįždamas į šaltinį). Šis būdas vadinamas labai įvairiai; jo pavadinimas paprastai priklauso nuo siekiamų tikslų, nors kartais jų ribos nėra labai aiškios.



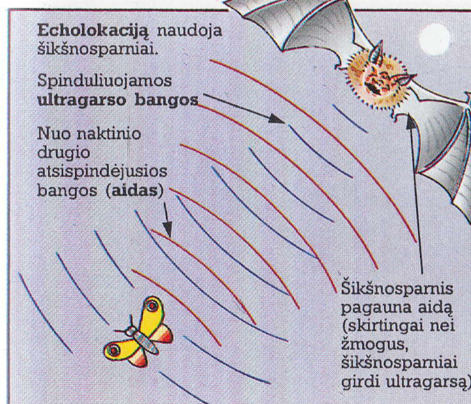
Sonaras (terminas sudarytas iš angliškų žodžių *sound* — garsas, *navigation* — navigacija ir *ranging* — nuotolio nustatymas)

Ultragarso bangos, kurias spinduliuoja po laivu esantis įrenginys

Povandeninio laivo atspindėtos bangos (**aidas**)

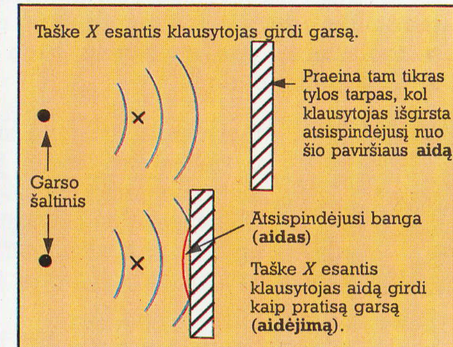
Aidą sugauna po laivu esantis registravimo įrenginys. Po to aidas paverčiamas elektriniais signalais, kurie sonaro ekrane suformuoja povandeninio laivo vaizdą.

Ultragarsinis skenavimas (žr. p. 40) yra vienas iš pavyzdžių. Kiti prietaisai gali būti **echolotas** arba **sonaras**; abu jie susiję su jūra (echolotuose aidas naudojamas vandens gyliui po laivu matuoti, o sonare — po vandeniu esantiems kūnams aptikti). **Echolokacija** paprastai vadinamas daiktų buvimo vietos nustatymo būdas, kurį taiko gyvūnai grobiui aptikti arba kliūtims išvengti tamsoje.



*Bangos dažnis, 35; Bangos frontas, 34.

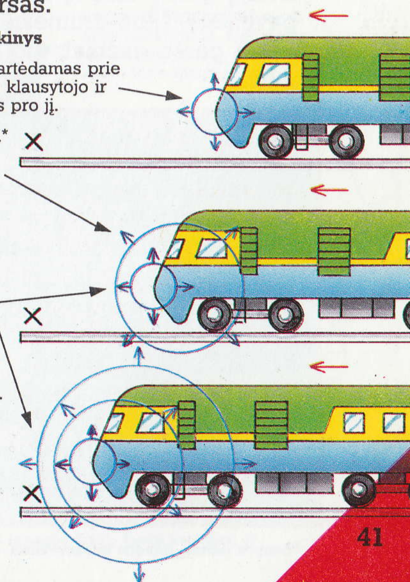
•**Aidėjimas**, arba **reverberacija**. Tariamai ilgiau negu iš tiesų trunkantis garso skambėjimas. Jis vyksta tuomet, kai **aidas** grįžta į šaltinį per tokį trumpą laiką, jog originalaus garso neįmanoma atskirti nuo atsispindėjusiojo. Jei bangos atsispindi nuo daugelio paviršių, garsas girdimas ilgiau.



•**Doplerio reiškinys** (**efektas**). Girdimo garso **dažnio*** kitimas, kai klausytojas arba garso šaltinis juda vienas kito atžvilgiu. Jei atstumas tarp jų mažėja, girdimas garsas yra aukštesnio dažnio negu šaltinio iš tikrųjų skleidžiamas garsas. Jei šis atstumas didėja, girdimas žemesnio dažnio garsas.

Doplerio reiškinys

Traukinys ūkia artėdamas prie taške *X* esančio klausytojo ir pravažiuodamas pro jį.

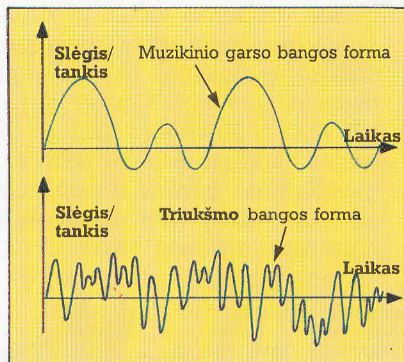


Bangos frontai* sklinda tolyn **garso greičiu**.

Čia bangos frontai sutankėję, nes, sudarydamas bangas, traukinys važiuoja į priekį. Taške *X* girdimas aukštesnio **dažnio*** garsas. Pravažiavus traukiniui, bus girdimas žemesnio dažnio garsas.

Garso suvokimas

Garsai, kuriuos girdi ausis, gali būti malonūs ir nemalonūs. Kai **garso bangos** forma (žr. p. 40—41) atsikartoja taisyklingai, paprastai garsas priimamas maloniai. Netaisyklingas ir neperiodinis garsas suvokiamas kaip **triukšmas**. Kiekvienam garsui būdingas tam tikras **garsumas** (**garsis**) ir **tono aukštis**, o daugelį garsų, ypač muzikinių, kuria **stovinčiosios bangos**.

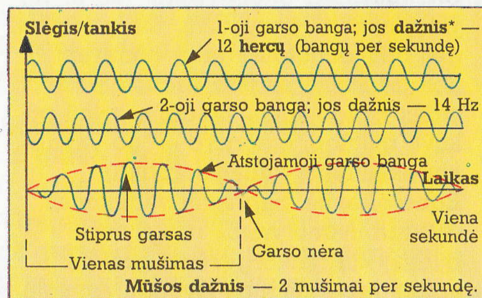


Kylančio lėktuvo garsumas siekia 110 dB.

•**Garsumas**, arba **garsis**. Įspūdžio, atsirandančio garso bangai pasiekus ausį, dydis. Jis yra subjektyvus, priklauso nuo ausies jautrumo, tačiau tiesiogiai susijęs su **bangos intensyvumu***. Dažniausiai jis matuojamas **decibelais** (**dB**), tačiau, norint apibūdinti tiksliau, vartojami ir **fonai** (tuomet atsižvelgiama į tai, kad ausis nevienodai jautri įvairaus **dažnio*** garsams).

•**Tono aukštis**. Suvokiamas garso bangos **dažnis***, t. y. dažnis, girdimas kaip garsas. Aukštesnio tono garsas turi didesnį dažnį, o žemesnio tono — mažesnį.

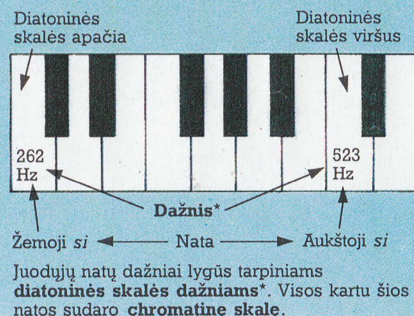
•**Mūša**. Periodinis **garsumo** kitimas, girdimas vienu metu klausantis dviejų šiek tiek skirtingo **dažnio*** garsų. Tai dviejų bangų **interferencijos*** rezultatas. **Mūšos dažnis** lygus dviejų garsų dažnių skirtumui (žr. paveikslą). Kuo artimesni vienas kitam garsų dažniai, tuo lėtesnė mūša.



Muzikos garsai

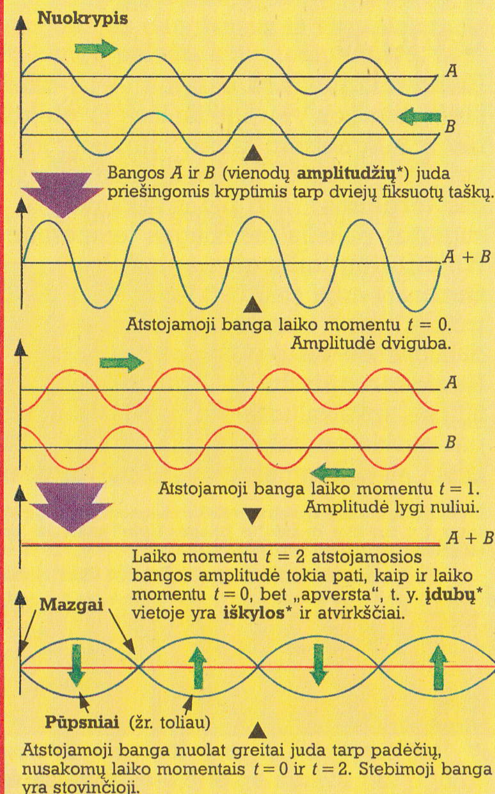
Visi muzikos garsai pagrįsti tam tikra **muzikine skale**. Taip vadinamas rinkinys **natų** (specialaus **tono aukščio** garsų), išdėstytų nuo žemų tonų iki aukštų tam tikrais juos skiriančiais **intervalais** (muzikinis intervalas matuojamas ne laiku, o **dažniu***). Natos išdėstytos taip, kad būtų galima išgauti kuo daugiau malonių garsų. Kokie garsai laikomi maloniais, priklauso nuo kultūros, antai Rytų muzikos muzikinė skalė labai skiriasi nuo Vakarų muzikos.

Vakarų **muzikinė skalė** pagrįsta **diatonine skale**, kurią sudaro 8 **natos** (baltosios fortepijono natos), išdėstytos nuo žemosios *si* iki aukštosios *si*.

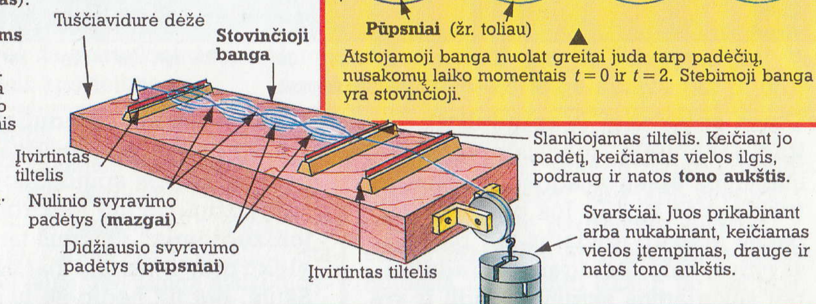


Juodųjų natų dažniai lygūs tarpiniams **diatoninės skalės dažniams***. Visos kartu šios natos sudaro **chromatinę skalę**.

•**Stovinčioji**, arba **nuostovioji**, **banga**. Banga, kuri atrodo kaip nejudanti. Iš tikrųjų ji nėra tikra banga; ją sudaro tarp dviejų fiksuotų taškų (dažniausiai suvirpintos vielos arba stygos galų) priešingomis kryptimis nuolat judančios dvi to paties greičio ir **dažnio*** bangos. Kadangi jos periodiškai klojasi, tai vyksta jų **interferencija***; kai bangų **fazės*** **sutampa**, atstojamoji **amplitudė*** didelė, o kai **fazės priešingos***, ji maža arba lygi nuliui. Tam tikruose taškuose (**mazguose**) ji visada lygi nuliui. Vielos arba stygos stovinčiosios bangos amplitudė bei dažnis lemia ir ore sukeliamų garso bangų parametrus; nuo stygos ar vielos ilgio bei įtempimo priklauso dažnių sritis, taigi ir sukuriamo garso tono aukštis.



Sonometras (**monochordas**). Prietaisas **stovinčiosioms bangoms** demonstruoti. Užgauta viela virpa, o garso dėžė (akustinis rezonatorius) sustiprina virpesių sukeltą garsą.



•**Svyravimo modos** (**svyravimo tipai**). Ta pati nata, išgaunama skirtingais instrumentais. Nors ji atpažįstama kaip ta pati nata, tačiau turi visai kitą garso skambesį (**tembrą**), būdingą kiekvienam instrumentui, mat šalia pagrindinio stipriausio svyravimo, nepriklausančio nuo instrumento (šio svyravimo **dažnis*** yra **pagrindinis**), tuo pačiu metu sužadinami ir kitų dažnių svyravimai (**virštoniai**, arba **obertonai**). Tokie svyravimai, būdingi konkrečiam instrumentui, ir vadinami jo svyravimo modomis.

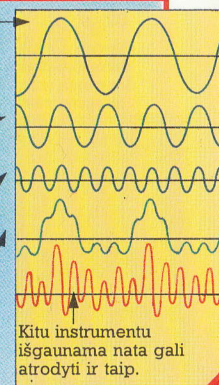
Konkretaus instrumento natos žemiausia **svyravimo moda** (**pagrindinis dažnis**)

Virštoniai, kurių dažniai yra pagrindinio dažnio kartotiniai, vadinami **harmonikomis**.

1-asis virštonis (2-oji, t. y. dvigubo dažnio, harmonika; pabrėžiame, kad pagrindinis dažnis yra 1-oji harmonika)

2-asis virštonis (atkreipiame dėmesį į tai, kad šis virštonis yra 4-oji harmonika, taigi šiuo atveju nėra 3-iosios harmonikos)

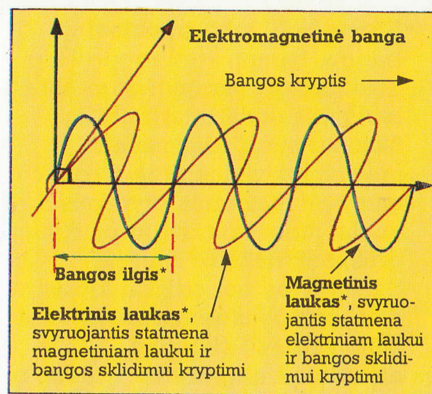
Svyravimo modų derinys (t. y. visos trys sudėtos kartu). Būdinga šio instrumento natos bangos forma



*Bangos dažnis, Bangos intensyvumas, 35; Bangų interferencija, 38.

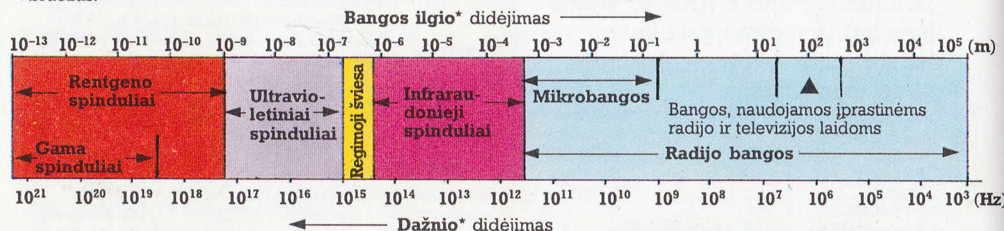
*Amplitudė, 34; Bangos dažnis, 35; Bangų interferencija, 38; Fazės priešingos, 38 (Bangos fazė); Fazės sutampa, 38 (Bangos fazė); Įdubos, Iškylos, 34.

Elektromagnetinės bangos



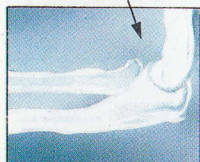
Elektromagnetinės bangos — tai **skersinės bangos***, susidedančios iš **elektrinio** ir **magnetinio laukų*** virpesių. Jos turi platų **dažnio*** intervalą, sklinda visomis **terpėmis***, taip pat ir vakuumu, o sugertos pakelia medžiagos temperatūrą (žr. **infraraudonuosius spindulius**). Greitinant arba stabdant laisvuosius **elektronus***, pvz., susidūrimo metu, spinduliuojamos **radijo bangos** ir kai kurie **Rentgeno spinduliai**. Visi kiti būdai susiję su elektronų šuoliais elektroniniuose apvalkaluose (žr. p. 85). Daugeliu atvejų elektromagnetinės bangos pasireiškia ne kaip ištisinis srautas (radijo bangos), bet kaip seka išspinduliuotų atskirų impulsų, vadinamų **fotonais** (žr. **kvantinę teoriją**, p. 85).

Elektromagnetinis spektras (elektromagnetinių bangų skalė). Tai penkios pagrindinės **bangos ilgių** sritys, t. y. tam tikri **dažnio*** ir **bangos ilgio*** intervalai, kuriuose visos bangos turi tuos pačius būdingus bruožus.



•Gama spinduliai (**γ spinduliai**). **Radioaktyviųjų*** medžiagų spinduliuojamos elektromagnetinės bangos (taip pat žr. p. 86). Jos priklauso tai pačiai spektro sričiai ir turi panašias savybes, kaip **Rentgeno spinduliai**, bet sukuriamos skirtingu būdu ir yra energijos spektro viršūnėje.

Rentgenografija leidžia daryti vidinių kūno dalių nuotraukas (**rentgenogramas**). Rentgeno spinduliai prasiskverbia pro audinius, tačiau tankesnių kaulų sugeriami, todėl fotojuostoje kaulai atrodo nepermatomi.



•Rentgeno spinduliai. Elektromagnetinės bangos, kurios, sklisdamos medžiagomis, jas **jonizuoja***, sukelia **fluorescenciją**, **fosforescenciją** ir cheminius pokyčius fotoplokštelėse. Šiuos spindulius skleidžia plačiai taikomi **Rentgeno vamzdžiai***.

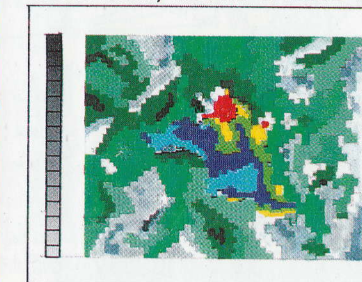
•Ultravioletiniai spinduliai (**UV spinduliai**). Elektromagnetinės bangos, kurios spinduliuojamos, pavyzdžiui, tekant elektros srovei **jonizuotomis*** dujomis tarp dviejų **elektrodų***. Jas taip pat skleidžia Saulė, bet tik nedidelė jų dalis pasiekia Žemės paviršių (didesnioji dalis praranda energiją, jonizuodama atmosferos molekules). Nedidelės šių spindulių dozės svarbios gyvybei, tačiau didesnis jų kiekis pavojingas. Ultravioletiniai spinduliai sukelia **fluorescenciją**, pvz., **fluorescencinėse lempose***, taip pat daugelį cheminių reakcijų, kaip antai odos įdegimą.

*__Bangos dažnis__, 35; **Bangos ilgis**, 34; **Elektrinis laukas**, 58; **Elektrodas**, 66; **Elektronai**, 83; **Fluorescencinė lempa**, 80 (**Išlydžio vamzdis**); **Jonizacija**, 88; **Magnetinis laukas**, 72; **Radioaktyvumas**, 86; **Rentgeno vamzdis**, 81; **Skersinės bangos**, 34; **Terpė**, 115.

•Fosforescencija. Reiškinys, būdingas kai kurioms medžiagoms (liuminoforams). Apšviestos trumpomis elektromagnetinėmis bangomis, pvz., **gama** ar **Rentgeno spinduliais**, šios medžiagos tas bangas sugeria ir išspinduliuoja **regimąją šviesą**, t. y. ilgesnes bangas. Šis spinduliavimas gali tęstis net nustojus veikti gama ar Rentgeno spinduliams. Po apšvietimo trumpai pasirodęs impulsais toks švytėjimas vadinamas **scintiliacijomis** (taip pat žr. **scintiliacinį skaitiklį**, p. 90).

•Fluorescencija. Reiškinys, būdingas kai kurioms medžiagoms. Apšviestos ultravioletiniais spinduliais, jos sugeria tuos spindulius ir skleidžia **regimąją šviesą**, t. y. didesnio **bangos ilgio*** šviesą. Šis spinduliavimas baigiasi, vos tik nutraukiamas ultravioletinis apšvietimas.

•Infraraudonieji spinduliai (**IR spinduliai**). Įkaitusių kūnų spinduliuojamos elektromagnetinės bangos. Jos daugiausiai iš visų elektromagnetinių bangų pakelia kūnų temperatūrą, nes lengviausiai sugeriamos (žr. įvadą ir **spinduliuotę**, p. 29). IR spinduliai gali būti naudojami **šiluminiams** (**terminiams**) **vaizdams** sudaryti ant specialios šiems spinduliams jautrios fotojuostos, kuri apšviečiama įvairaus stiprio šiluminiais, bet ne šviesos spinduliais.



Ežero vandens, naudojamo **atominėje elektrinėje*** kaip šaldomosios terpės, šiluminis vaizdas (fotografuota iš palydovo)

Šilčiausias vanduo rudas, šalčiausias — mėlynas. Kiekviena spalva apytiksliai vaizduoja sritis, kurių temperatūra skiriasi vienu laipsniu.

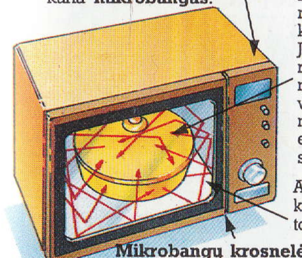
•Regimoji šviesa. Elektromagnetinės bangos, kurias junta akis. Jas spinduliuoja Saulė, **išlydžio vamzdis*** ir kiekviena iki švytėjimo įkaitinta medžiaga (įkaitusios medžiagos spinduliavimas vadinamas temperatūriniu, arba šiluminiu, spinduliavimu). Skleidžiamos bangos sukelia cheminius pokyčius, pvz., fotojuostoje, o skirtingas jų **bangos ilgis*** suvokiamas kaip skirtinga spalva (žr. p. 55).

•Mikrobangos. Labai trumpos **radijo bangos**, naudojamos **radaruose** (*radio* — radio, *detecting* — išaiškinimas, *and* — ir, *ranging* — nuotolio nustatymas), kuriais kūno padėtis nustatoma pagal laiką, reikalingą atsispindėjusiai bangai grįžti į šaltinį (žr. **sonarą**, p. 41). **Mikrobangų krosnelėse** šiomis bangomis greitai sušildomas maistas.

•Radijo bangos. Elektromagnetinės bangos, kurias sukelia radijo antenose **elektrinio lauko*** verčiami svyruoti (taigi judėti su pagreičiu) laisvieji **elektronai***. Kadangi elektrinis laukas nulemia svyravimo dažnį, tai bangos formuojamos kaip tvarkingas, o ne chaotiškas srautas. Jos naudojamos ryšiams palaikyti dideliais atstumais.

Į įprastinį srovės tinklą įjungtas **magnetronas** kuria **mikrobangas**.

Mikrobangos prasiskverbia pro indą su maistu, bet neįveikia metalinio krosnelės korpuso. Jos priverčia vandens, riebalų ar cukraus molekules maiste virpėti, taip didindamos jų šiluminę energiją ir kartu sušildydamos maistą.

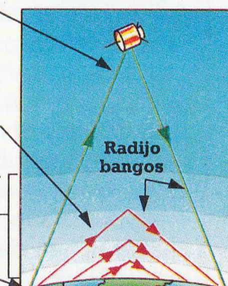


Atsispindėjusios nuo krosnelės sienelių bangos tolygiai sušildo maistą.

Mikrobangų krosnelė

Trumposios (mažo **bangos ilgio***) bangos gali prasiskverbti pro jonosferą, todėl taikomos ryšiams per palydovus palaikyti dideliais atstumais.

Ilgosios (didelio **bangos ilgio***) bangos atsispindi nuo jonosferos, todėl naudojamos informacijai perduoti iš vienos vietos į kitą tik tam tikrame Žemės paviršiaus plote.



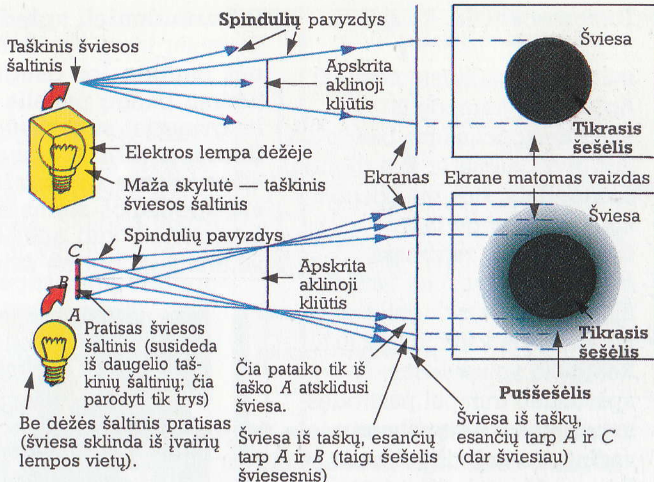
Jonosfera (**jonizuotų*** dujų sritis apie Žemę)

Žemė

*__Atominė elektrinė__, 94; **Bangos ilgis**, 34; **Elektrinis laukas**, 58; **Elektronai**, 83; **Išlydžio vamzdis**, 80; **Jonizacija**, 88.

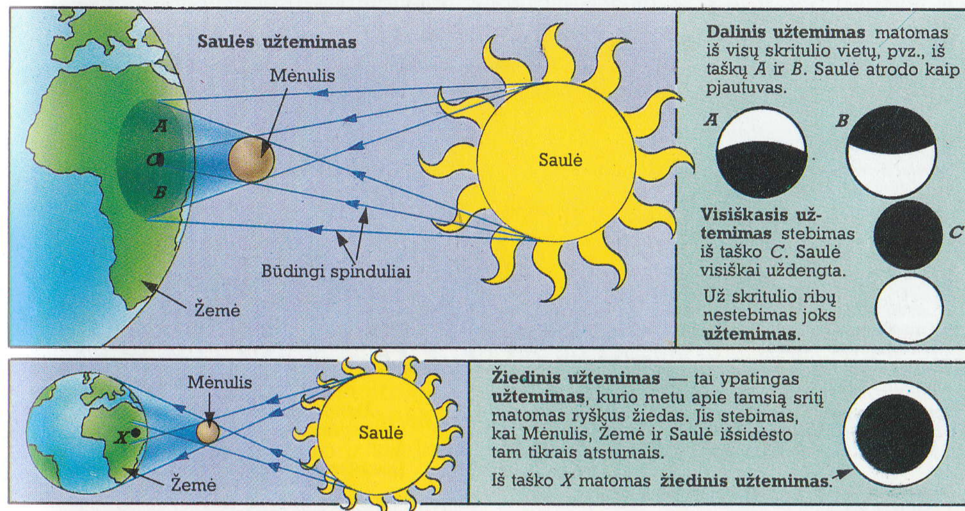
Šviesa

Šviesa susideda iš tam tikro **dažnio*** ar **bangos ilgio*** **elektromagnetinių bangų*** (žr. p. 44—45), bet paprastai suprantama ir grafiškai vaizduojama kaip sklindantys **spinduliai**. Toks spindulys iš tikrųjų yra tik linija (strėlė), kuri parodo bangos sklidimo kryptį, t. y. kryptį, kuria pernešama energija.



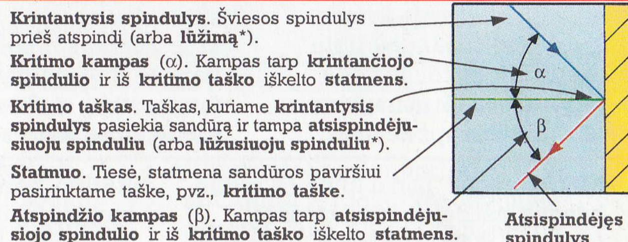
•**Šešėlis**. Sritis, į kurią šviesos spinduliai nepatenka dėl jų kelyje esančios kliūties. Taškinio šaltinio skleidžiamą šviesą kliūtis užstoja mesdama šešėlį, vadinamą **tikruoju šešėliu**. Jei spinduliai ateina iš pratiso šaltinio, apie tikrąjį šešėlį susiformuoja šviesesnė sritis — **pusšešėlis**.

•**Užtemimas**. Visiškas arba dalinis šaltinio šviesos uždengimas. Jis stebimas, kai patekęs tarp šviesos šaltinio ir stebėtojo kūnas meta **šešėlį**. Kai Mėnulis atsiduria tarp Žemės ir Saulės, Žemėje matomas **Saulės užtemimas**, o kai Žemė atsiduria tarp Saulės ir Mėnulio — **Mėnulio užtemimas**.



Šviesos atspindys

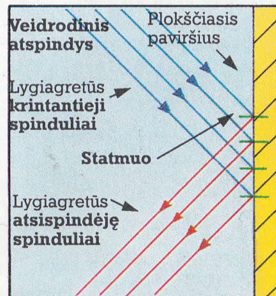
Atspindys — tai atšokančios nuo sandūros bangos krypties kitimas (žr. p. 36). Šviesos atspindys paprastai demonstruojamas veidrodžiais (žr. p. 46 dešinėje, taip pat p. 48—49). Reikia pastebėti, kad, braižant daiktą ir jo atvaizdą veidrodyje (taip pat gaunamą **lęšiu***), tariama, jog pats daiktas spinduliuoja šviesą. Iš tikrųjų spinduliai dažniausiai ateina iš šviesos šaltinio, pvz., Saulės, ir yra daikto išsklaidomi.



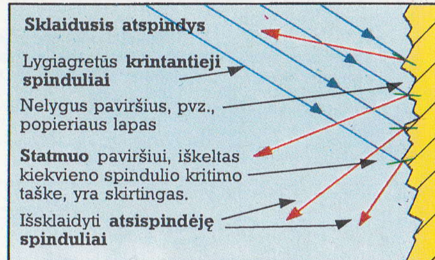
Šviesos atspindžio dėsniai

1. **Krintantysis spindulys**, **atsispindėjęs spindulys** bei iš **kritimo taško** iškeltas **statmuo** yra toje pačioje plokštumoje.
2. **Kritimo kampas** (α) lygus **atspindžio kampui** (β).

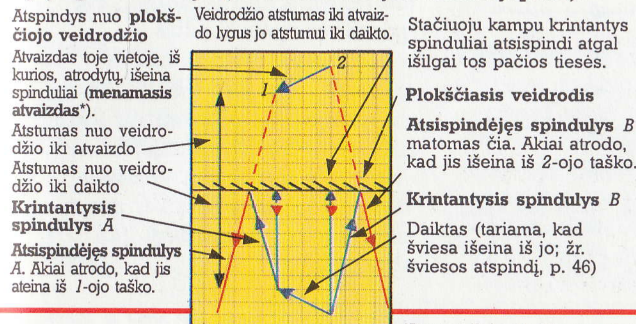
•**Veidrodinis atspindys**. Lygiagrečių **krintančiųjų spindulių** (žr. aukščiau) atspindys nuo plokščiojo paviršiaus, kai **atsispindėję spinduliai** taip pat lygiagretūs. Toks atspindys įmanomas tik nuo labai lygių paviršių, pvz., gerai nupoliruoto veidrodžio paviršiaus.



•**Sklaidusis**, arba **difuzinis**, **atspindys**. Lygiagrečių **krintančiųjų spindulių** atspindys (žr. kairėje) nuo nelygių paviršių, kai **atsispindėję spinduliai** sklinda įvairiomis kryptimis ir šviesa sklaidoma. Šis atspindys pasitaiko dažniausiai, nes dauguma paviršių yra nelygūs, analizuojant juos masteliu, palyginamu su šviesos **bangos ilgiu*** (žr. p. 44).



•**Plokščiasis veidrodis**. Plokščią paviršių turintis veidrodis (taip pat žr. **sferinius veidrodžius**, p. 48—49). Jo formuojamas atvaizdas yra to paties dydžio, kaip daiktas, išsidėstęs už veidrodžio (jo „viduje") tokiu pat atstumu, kaip daiktas priešais veidrodį, ir **apverstas horizontaliojoje plokštumoje** (sukeista kairioji ir dešinioji pusė).



•**Paralaksas**. Tariamas dviejų kūnų judėjimas vienas atžvilgiu kito, kurį mato judantis stebėtojas. Pavyzdžiui, pro traukinio langą žiūrinčiam stebėtojui atrodo, kad nuo judančio traukinio nevienodai nutolę du kūnai lenkia vienas kitą — tolimesnis juda greičiau, taigi nueina didesnį atstumą.

*__Bangos dažnis__, 35; __Bangos ilgis__, 34; __Elektromagnetinės bangos__, 44; __Lęšiai__, 52; __Lūžęs spindulys__, __Lūžimas__, 50.

*__Bangos ilgis__, 34; __Menamasis atvaizdas__, 49 (__Atvaizdas__).

Šviesos atspindys (tęsinys)

Kreivieji paviršiai, kaip ir plokštieji, atspindi šviesos spindulius pagal **šviesos atspindžio dėsnius** (žr. p. 46). **Sferinių veidrodžių** kuriamus atvaizdus praktikoje nesunku stebėti. Sferiniai **veidrodžiai** būna dviejų rūšių: **įgaubtieji** ir **iškilieji**. Visuose šviesos atspindį vaizduojančiuose brėžiniuose daiktai laikomi šviesos šaltiniais (žr. **šviesos atspindį**, p. 46), o tam tikri taškai (žr. toliau) kartu su spindulių eigos per šiuos taškus dėsningumais naudojami atsispindėjusių spindulių eigai braižyti.

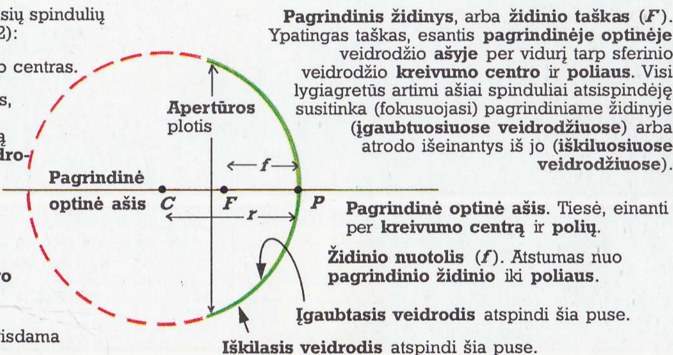
Taškai, naudojami atsispindėjusių spindulių eigai braižyti (taip pat žr. p. 52):

Polius (*P*). Sferinio veidrodžio centras.

Kreivumo centras (*C*). Sferos, kurios dalį sudaro veidrodis, centras. Bet kuris per šį centrą einantis (**įgaubtuosiuose veidrodžiuose**) arba į jį nukreiptas (**iškiliuosiuose veidrodžiuose**) šviesos spindulys atsispindi pats į save.

Kreivumo spindulys (*r*). Atstumas nuo **kreivumo centro** iki **poliaus**.

Apertūra. Plotas, kurį kerta krisdama į veidrodį šviesa.



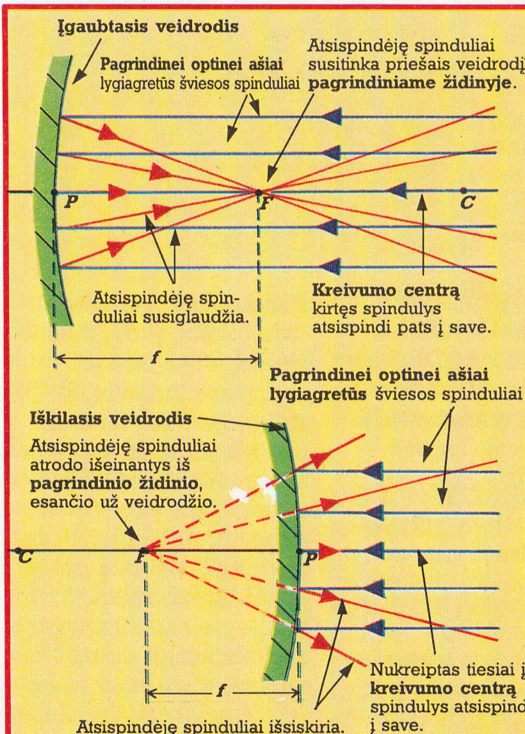
Pagrindinis židinys, arba **židinio taškas** (*F*). Ypatingas taškas, esantis **pagrindinėje optinėje** veidrodžio **ašyje** per vidurį tarp sferinio veidrodžio **kreivumo centro** ir **poliaus**. Visi lygiagretūs artimi ašiai spinduliai atsispindėję susitinka (fokusuojasi) pagrindiniame židinyje (**įgaubtuosiuose veidrodžiuose**) arba atrodo išeinantys iš jo (**iškiliuosiuose veidrodžiuose**).

Pagrindinė optinė ašis. Tiesė, einanti per **kreivumo centrą** ir **polių**.

Židinio nuotolis (*f*). Atstumas nuo **pagrindinio židinio** iki **poliaus**.

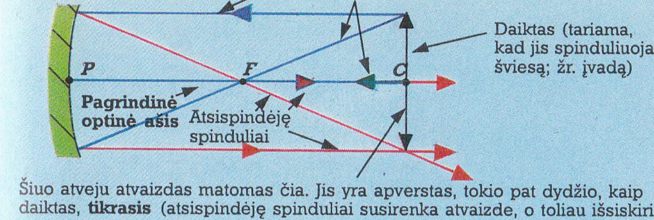
Įgaubtasis veidrodis atspindi šia puse.

Iškilasis veidrodis atspindi šia puse.

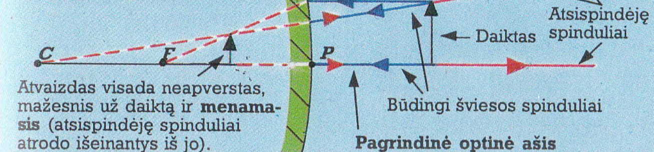


•**Įgaubtasis**, arba **glaudžiamasis, veidrodis**. Veidrodis, kurio atspindintysis paviršius įgaubtas (vidinė sferos dalis). **Pagrindinei optinei ašiai** lygiagrečius spindulius jis atspindi taip, kad jie susirenka priešais veidrodį **pagrindiniame židinyje**. **Atvaizdo** dydis, padėtis ir tipas priklauso nuo daikto atstumo iki veidrodžio.

•**Iškilasis**, arba **sklaidomasis, veidrodis**. Veidrodis, kurio atspindintysis paviršius išgaubtas (išorinė sferos dalis). **Pagrindinei optinei ašiai** lygiagrečius spindulius jis atspindi taip, kad jie atrodo išeinantys iš **pagrindinio židinio**, esančio už veidrodžio (jo „viduje"). Kuriami **atvaizdai** visada yra neapversti ir sumažinti, be to, **menamieji** (žr. **atvaizdą**).



Šiuo atveju atvaizdas matomas čia. Jis yra apverstas, tokio pat dydžio, kaip daiktas, **tikrasis** (atsispindėję spinduliai susirenka atvaizde, o toliau išsiskiria).



Atvaizdas visada neapverstas, mažesnis už daiktą ir **menamasis** (atsispindėję spinduliai atrodo išeinantys iš jo).

•**Atvaizdas**. Daikto vaizdas kitoje vietoje, negu yra pats daiktas. Daiktas matomas tik dėl to, kad šviesos spinduliai išeina iš jo (žr. **šviesos atspindį**, p. 46), taip pat ir atvaizdas matomas toje vietoje, kur atsispindėję spinduliai (iš pradžių sklindantys iš daikto) iš tikrųjų pradeda skirtis (**tikrojo atvaizdo** vietoje) arba atrodo iš ten sklindantys (iš **menamojo atvaizdo**).

•**Veidrodžio** arba **lęšio formulė**. Ji sieja daikto nuotolį iki sferinio veidrodžio ar **lęšio*** centro, **atvaizdo** nuotolį iki to paties taško ir veidrodžio ar lęšio **židinio nuotolį**.

Atvaizdas gali būti sukurtas bet kurioje veidrodžio ar lęšio pusėje, todėl formulėje reikia vartoti atitinkamus ženklus (žr. **susitarimą dėl ženklo**, p. 11).

Veidrodžio formulė

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{a}+\frac{1}{b};$$

čia *f* — **židinio nuotolis**, *a* — **atvaizdo** nuotolis (iki **poliaus**), *b* — daikto nuotolis (iki poliaus).

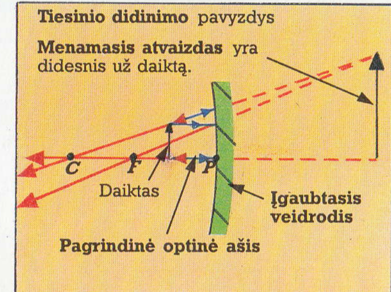
Susitarimas dėl ženklo

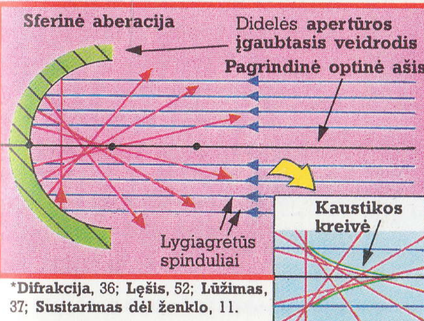
1. Visi nuotoliai matuojami nuo veidrodžio kaip nuo koordinačių pradžios.
2. Daiktų ir jų **tikrųjų atvaizdų** nuotoliai yra teigiami.
3. **Menamųjų atvaizdų** nuotoliai yra neigiami.

•**Tiesinis didinimas**. Veidrodžio ar **lęšio*** kuriamo atvaizdo ir daikto aukščių santykis.

$$\text{Tiesinis didinimas} = \frac{\text{atvaizdo aukštis}}{\text{daikto aukštis}}.$$

•**Šviesos apgrąžos principas**. Jis teigia, kad, vykstant atspindžiui, **lūžimui*** ar **difrakcijai***, šviesos spindulys, paleistas priešinga pradinei kryptimi, sklinda tuo pačiu keliu, kaip ir pradinis spindulys. Pavyzdžiui, lygiagretūs **pagrindinei optinei ašiai** šviesos spinduliai, atsispindėję nuo **įgaubtojo lęšio**, susirenka **pagrindiniame židinyje**. Jei taškinį šviesos šaltinį padėtume pagrindiniame židinyje, atsispindėję nuo lęšio spinduliai būtų lygiagretūs pagrindinei optinei ašiai.





•**Sferinė aberacija**. Šis reiškinys stebimas tuomet, kai lygiagrečius **pagrindinei optinei ašiai** spindulius (nevienodai nutolusius nuo jos) sferinis veidrodis atspindi taip, kad jie susikerta skirtinguose ašies taškuose, sudarydami **kaustikos kreivę**. Kuo didesnė **apertūra**, tuo stipriau šis reiškinys pasireiškia. Jis taip pat stebimas didelės apertūros **lęšiuose***.

*__Difrakcija__, 36; __Lęšis__, 52; __Lūžimas__, 37; __Susitarimas dėl ženklo__, 11.

Šviesos lūžimas

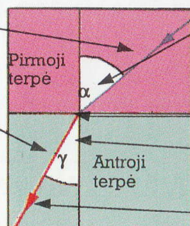
Lūžimas — tai iš vienos **terpės*** į kitą sklindančios bet kokios bangos krypties pasikeitimas dėl jos greičio pakitimo (taip pat žr. p. 37). Patekusios į naują terpę, šviesos bangos (žr. p. 46) lūžta pagal **šviesos lūžimo dėsnius**. Jų lūžimo kryptis priklauso nuo to, ar šviesa sklinda į tankesnę ar į retesnę terpę, taigi naujoje terpėje bangos arba sulėtėja, arba pagreitėja (žr. toliau brėžinį).

Lūžimas dviejų **terpių*** sandūroje

Krintantysis spindulys. Šviesos spindulys prieš lūžimą (arba **atspindį***).

Lūžio kampas (γ). Kampas tarp **lūžusiojo spindulio** ir iš **kritimo taško** iškelto **statmens**.

Jei antroji terpė tankesnė, spindulys ja sklinda lėčiau ir lūžta priartėdamas prie **statmens**, kaip šiuo atveju. Jei ši terpė retesnė, spindulys ja sklinda greičiau ir lūžta nutoldamas nuo statmens.



Kritimo kampas (α). Kampas tarp **krintančiojo spindulio** ir iš **kritimo taško** iškelto **statmens**.

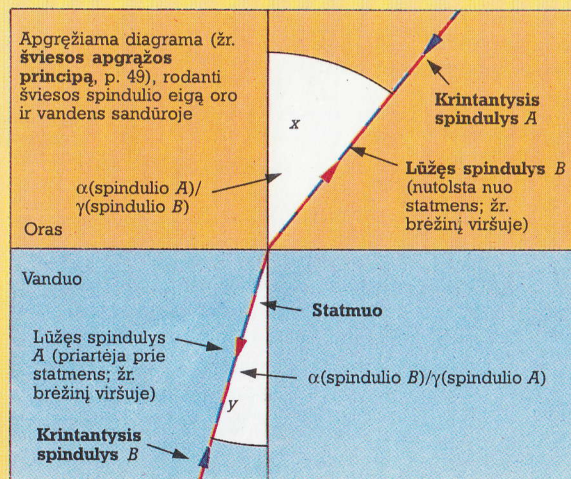
Kritimo taškas. Taškas, kuriame **krintantysis spindulys** pasiekia sandūrą ir tampa **lūžusiuoju spinduliu** (arba **atsispindėjusiuoju spinduliu***).

Statmuo. Tiesė, statmena sandūros paviršiui pasirinktame taške, pvz., **kritimo taške**.

Lūžęs spindulys

Šviesos lūžimo dėsniai

1. **Krintantysis spindulys, lūžęs spindulys** bei **statmuo**, iškeltas iš **kritimo taško**, yra toje pačioje plokštumoje.
2. (**Snelijaus dėsnis**). **Kritimo kampo sinuso*** ir **lūžio kampo** sinuso santykis dviem duotoms **terpėms*** yra pastovus. Ši konstanta — tai **lūžio rodiklis** (n; žr. p. 37). Kalbant apie šviesą, jis dar vadinamas **optiniu tankiu**. Kaip ir lūžio rodiklis kitais atvejais, optinis tankis apskaičiuojamas dalijant šviesos greitį pirmojoje terpėje iš jos greičio antrojoje terpėje. Taip pat žr. **tariamojo gylio** paveikslą.



Bet kuria kryptimi antrosios **terpės*** **lūžio rodiklis*** pirmosios atžvilgiu žymimas ${}_1n_2$.

Pagal **Snelijaus dėsnį**

$${}_1n_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}.$$

Terpėms apibūdinti vietoj indeksų galima rašyti raides; pvz., ${}_on_v$ reiškia vandens lūžio rodiklį oro atžvilgiu, ${}_vn_o$ — oro lūžio rodiklį vandens atžvilgiu.

$${}_on_v = \frac{\sin\alpha\,(\text{spindulio } A)}{\sin\gamma\,(\text{spindulio } A)} = \frac{\sin x}{\sin y},$$

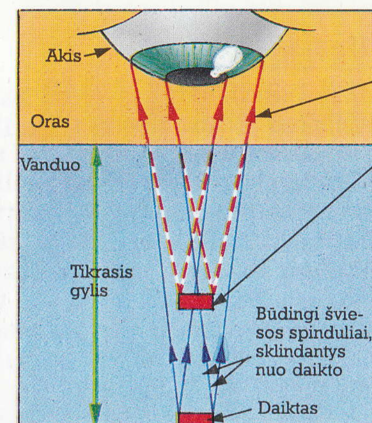
$${}_vn_o = \frac{\sin\alpha\,(\text{spindulio } B)}{\sin\gamma\,(\text{spindulio } B)} = \frac{\sin y}{\sin x}.$$

$$\text{Taigi } {}_vn_o = \frac{1}{{}_on_v}.$$

Dydis be jokių indeksų reiškia **absoliutinį lūžio rodiklį***.

*Absoliutinis lūžio rodiklis, 37 (Lūžio rodiklis); Atsispindėjęs spindulys, atspindys, 46; Sinusas, 115; Terpė, 115.

•**Tariamasis gylis**. Vienoje **terpėje*** esančio daikto padėtis, kurioje jis atrodo esąs, stebint iš kitos terpės. Šviesos spindulius smegenys suvokia kaip sklindančius tiesiomis linijomis, bet iš tikrųjų dėl lūžimo jie keičia kryptį. Taigi daiktas iš tiesų nėra toje vietoje, kurioje atrodo esąs.



Tariamasis gylis

Išeidami iš vandens, spinduliai lūžta.

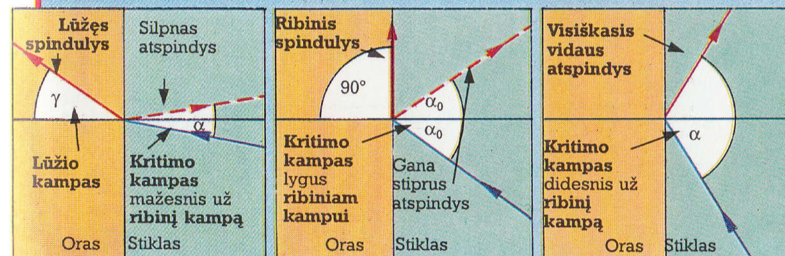
Smegenys šviesos spindulius suvokia kaip sklindančius tiesiomis linijomis (brūkšninės linijos), todėl daiktas matomas čia.

Tikruoju ir tariamuoju gyliu taip pat galima remtis apskaičiuojant **lūžio rodiklį***:

$${}_on_v = \frac{\text{tikrasis gylis}}{\text{tariamasis gylis}}$$

$$\left({}_vn_o = \frac{1}{{}_on_v}\right).$$

•**Ribinis kampas** (α_0). Tam tikras spindulio, sklindančio į retesnę **terpę*** ir lūžtančio 90° kampu statmens atžvilgiu, **kritimo kampas**. Vadinasi, lūžęs spindulys (**ribinis spindulys**) sklinda išilgai sandūros ir nepakliūna į antrąją terpę.



Ribinį kampą taip pat galima panaudoti apskaičiuojant **lūžio rodiklį***:

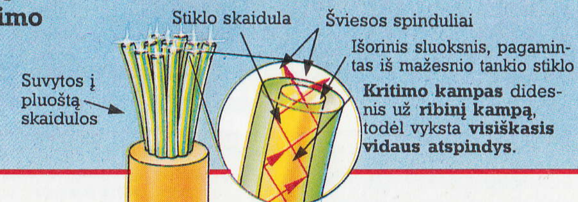
$${}_sn_o = \sin\alpha_0$$

$$\left({}_on_s = \frac{1}{{}_sn_o}\right).$$

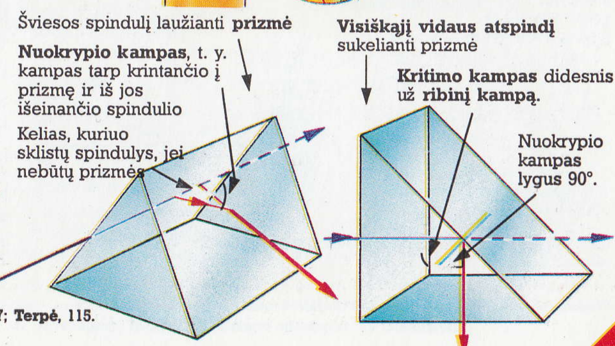
Pastaba. 90° kampo sinusas lygus 1.

•**Visiškasis vidaus atspindys**. Šviesa, sklindanti iš optiškai tankesnės **terpės*** į retesnę, jų sandūroje ne tik lūžta, bet ir iš dalies atsispindi (**atspindys**). Kai šviesos **kritimo kampas** didesnis už **ribinį kampą**, vyksta visiškasis vidaus atspindys, t. y. visa šviesa atsispindi į vidų.

Optinės skaidulos praleidžia šviesą dėl jose vykstančio **visiškojo vidaus atspindžio**. Suvytos į pluoštą, jos naudojamos daugelyje sričių, pvz., ryšių priemonėse, medicinoje (**endoskopuose**, kurie leidžia gydytojui pažvelgti į kūno vidų).



•**Prizmė**. Skaidrus kietasis kūnas, kurio du plokštieji laužiantieji paviršiai sudaro tarpusavyje tam tikrą kampą. Prizmės naudojamos **dispersijai*** sukelti ir šviesos sklidimo krypčiai keisti dėl lūžimo ir/arba **visiškojo vidaus atspindžio**.



*Dispersija, 54 (Spalva); Lūžio rodiklis, 37; Terpė, 115.

Šviesos lūžimas (tęsinys)

Kirsdami kreivųjų paviršių (lęšių), kaip ir plokščiųjų, sandūrą, šviesos spinduliai lūžta pagal **šviesos lūžimo dėsnius** (žr. p. 50). Tačiau šiuo atveju, kitaip nei krintant spinduliams į plokščiųjų paviršių sandūrą, susidaro atvaizdai. Lęšiai būna dviejų pagrindinių rūšių: **iškilieji** ir **įgaubtieji**. Jie gali veikti kaip **glaudžiamieji** arba **sklaidomieji lęšiai** priklausomai nuo jų **lūžio rodiklio*** supančios **terpės*** atžvilgiu. Visuose brėžiniuose, kuriuose vaizduojamas lūžtančių spindulių kuriamas daikto atvaizdas, daiktas laikomas šviesos šaltiniu (žr. **šviesos atspindį**, p. 46), o tam tikri taškai (žr. toliau) kartu su spindulių eigos per juos dėsningumais naudojami lūžusiųjų spindulių eigai braižyti. Daiktų ir jų atvaizdų padėtį galima nustatyti taikant **veidrodžio** arba **lęšio formulę***.

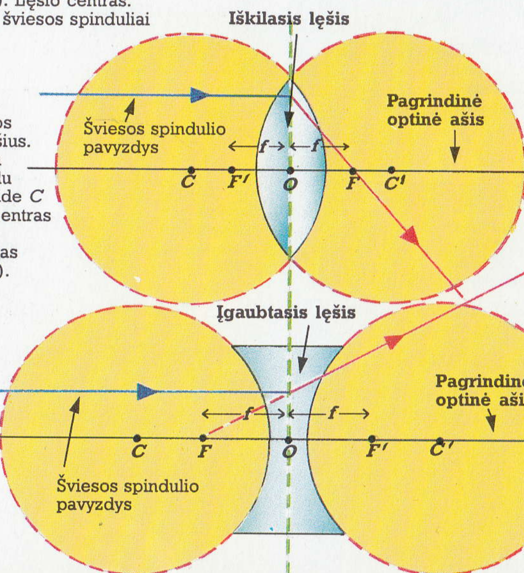
Lūžusiųjų spindulių eigos braižymui naudojami taškai (taip pat žr. p. 48). Visi parodyti lęšiai laikomi plonaisiais (t. y. jų storis labai mažas, palyginti su **židinio nuotoliu**). Nors spinduliai lūžta tiek krisdami į lęšį, tiek iš jo išeidami, tačiau jie braižomi lūžtantys tik vieną kartą plokštumoje, einančioje per **optinį centrą** statmenai pagrindinei optinei ašiai.

Optinis centras (*O*). Lęšio centras. Eidami per šį tašką, šviesos spinduliai nekeičia krypties.

Kreivumo centras. Centras sferos, kurios dalis yra lęšio paviršius. Kadangi lęšis turi du paviršius, tai yra ir du kreivumo centrai; raide *C* žymimas kreivumo centras krintančiojo šviesos spindulio pusėje (kitas centras žymimas *C'*).

Pagrindinė optinė ašis. Tiesi linija, einanti per **kreivumo** bei **optinį centrus**.

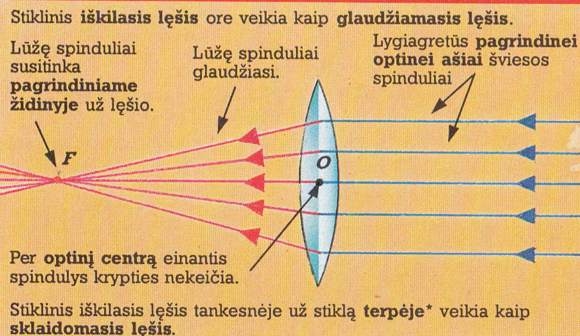
Apertūra. Plotas, kurį kerta į lęšį krintanti šviesa.



Pagrindinis židinys, arba **židinio taškas**. Ypatingas **pagrindinės optinės ašies** taškas. Visi ašiai artimi lygiagretūs spinduliai lūždami susirenka pagrindiniame židinyje (**glaudžiamųjų lęšių**) arba atrodo iš jo išeinantys (**sklaidomųjų lęšių**). Kadangi šviesa į lęšį gali kristi iš bet kurios pusės, tai yra du pagrindiniai židiniai. Raide *F* visada žymimas pagrindinis židinys, kuriame spinduliai susirenka arba iš kurio atrodo išeinantys (kitas židinys žymimas raide *F'*).

Židinio nuotolis (*f*). Atstumas nuo vieno iš **pagrindinių židinių** iki **optinio centro**.

Stiklinis **iškilasis lęšis** ore veikia kaip **glaudžiamasis lęšis**.



Stiklinis iškilasis lęšis tankesnėje už stiklą **terpėje*** veikia kaip **sklaidomasis lęšis**.

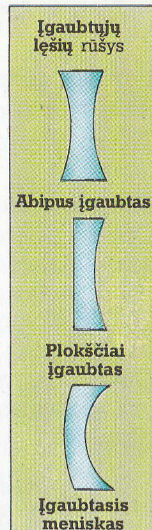
•**Glaudžiamasis lęšis**. Lęšis, į kurį kritę lygiagretūs pagrindinei optinei ašiai spinduliai susitinka **pagrindiniame židinyje**, kitoje lęšio pusėje. Tiek **įgaubtieji**, tiek **iškilieji lęšiai** gali veikti kaip glaudžiamieji priklausomai nuo jų **lūžio rodiklio*** supančios **terpės*** atžvilgiu.

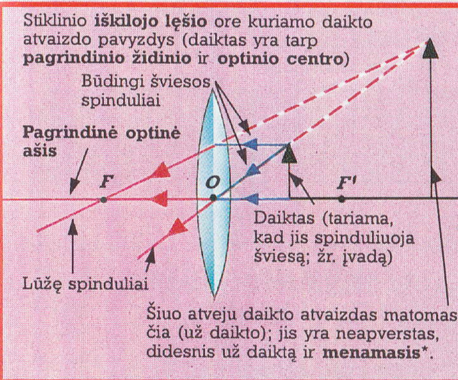
*Lūžio rodiklis, 37; Terpė, 115; Veidrodžio formulė, 49.

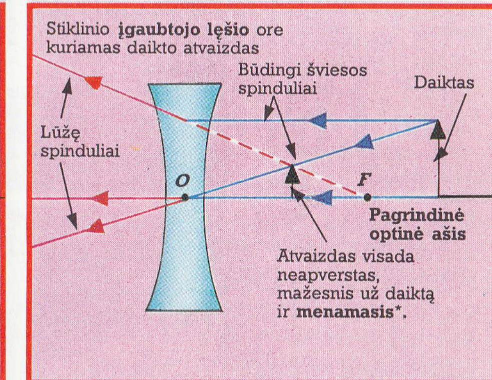
•**Iškilasis lęšis**. Lęšis, kurio bent vienas iš paviršių yra iškilas. Lęšis, kurio vienas paviršius įgaubtas, o kitas iškilas, yra iškilasis, jei jo vidurys storesnis už kraštus (tai **iškilasis**, arba **glaudžiamasis, meniskas**). Stiklinis iškilasis lęšis ore veikia kaip **glaudžiamasis lęšis**. Jo kuriamo atvaizdo dydis, padėtis ir rūšis (**tikrasis*** ar **menamasis***) priklauso nuo jo atstumo iki daikto.



•**Įgaubtasis lęšis**. Lęšis, kurio bent vienas iš paviršių yra įgaubtas. Lęšis, kurio vienas paviršius įgaubtas, o kitas iškilas, yra įgaubtasis, jei jo vidurys plonesnis už kraštus (tai **įgaubtasis**, arba **sklaidomasis, meniskas**). Stiklinis įgaubtasis lęšis ore veikia kaip **sklaidomasis lęšis**. Daikto padėtį lęšio atžvilgiu galima įvairiai keisti, bet atvaizdas visuomet lieka tos pačios rūšies.





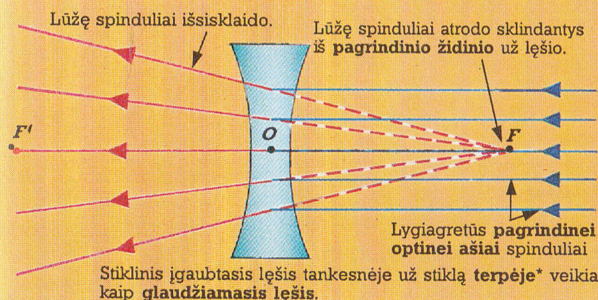


•**Laužiamoji geba** (*D*). Lęšio gebėjimo glausti arba sklaidyti šviesą matas, išreiškiamas **dioptrijomis** (kai **židinio nuotolis** matuojamas metrais). Kuo trumpesnis židinio nuotolis, tuo didesnė lęšio laužiamoji geba (stipresnis lęšis).

$$D = \frac{1}{f};$$

čia *D* — lęšio **laužiamoji geba**, *f* — **židinio nuotolis**.

Stiklinis **įgaubtasis lęšis** ore veikia kaip **sklaidomasis lęšis**.



Stiklinis įgaubtasis lęšis tankesnėje už stiklą **terpėje*** veikia kaip **glaudžiamasis lęšis**.

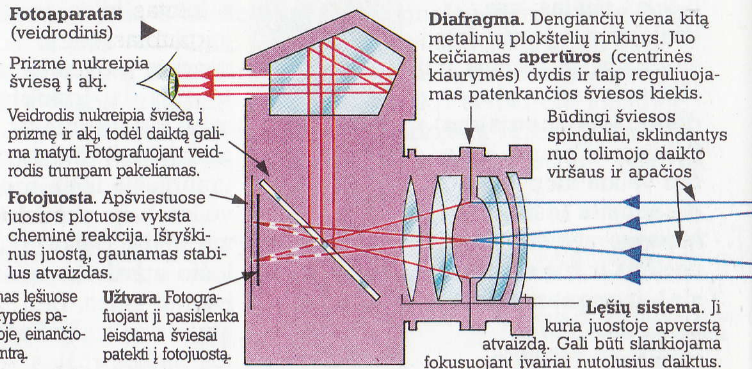
•**Sklaidomasis lęšis**. Lęšis, į kurį kritę lygiagretūs pagrindinei optinei ašiai spinduliai atrodo išeinantys iš **pagrindinio židinio**, esančio toje pačioje lęšio pusėje, iš kurios sklinda spinduliai. Tiek **įgaubtieji**, tiek **iškilieji lęšiai** gali veikti kaip sklaidomieji priklausomai nuo jų **lūžio rodiklio*** supančios **terpės*** atžvilgiu.

*Lūžio rodiklis, 37; Menamasis atvaizdas, 49 (Atvaizdas); Terpė, 115; Tikrasis atvaizdas, 49 (Atvaizdas).

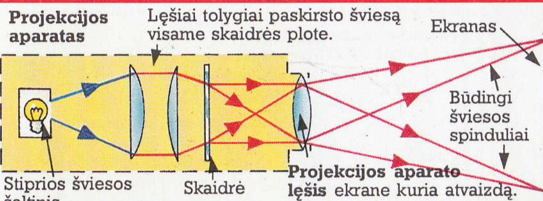
Optiniai prietaisai

Optinis prietaisas — vieno arba keleto **lęšių*** arba **sferinių veidrodžių*** sistema, kuri veikia šviesą, sukurdama reikiamą daikto atvaizdą. Toliau išvardyti kai kurie dažniau naudojami optiniai prietaisai.

• **Fotoaparatas**. Optinis prietaisas, naudojamas daikto atvaizdui kurti ir fiksuoti fotojuostoje. Gautas atvaizdas yra apverstas ir **tikrasis***.



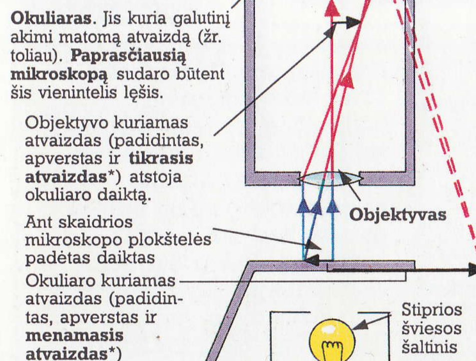
Kaip ir anksčiau (žr. p. 52), lūžimas lęšiuose parodytas tik kaip vienkartinis krypties pakitimas, šiuo atveju — plokštumoje, einančioje per visos optinės sistemos centrą.



Apverstas, padidintas atvaizdas (skaidrė įdedama apversta, todėl čia matomas neapverstas atvaizdas)

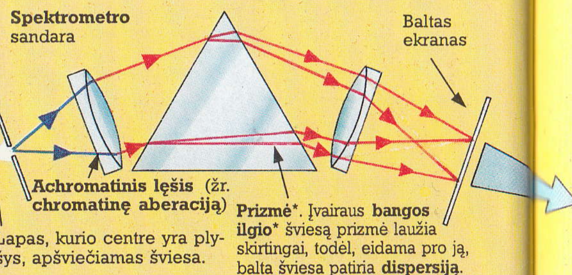
◄ • **Projekcijos aparatas**. Optinis prietaisas, kuriantis padidintą skaidrės atvaizdą.

• **Mikroskopas**. Prietaisas, kuriantis padidintą labai mažų daiktų atvaizdą. Naudojant tik vieną **lęšį***, gaunamas **paprasčiausias mikroskopas**, arba **didinamasis stiklas**, arba **lupa**, o naudojant daugiau lęšių — **sudėtingas mikroskopas**.

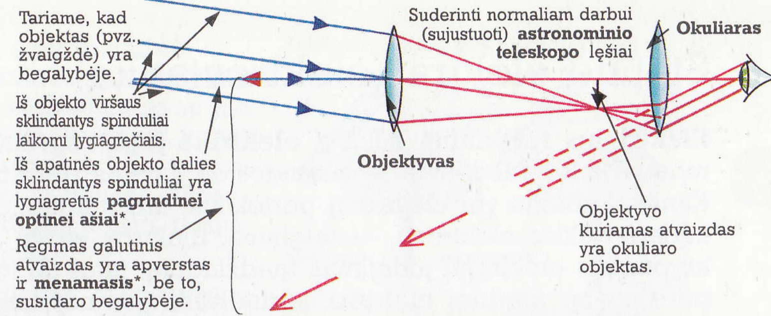


Spalva

Kai visi **regimosios šviesos** įvairaus **bangos ilgio*** spinduliai (žr. p. 45) vienu metu krinta į akį, matoma balta šviesa. Tačiau kartais jie patiria **dispersiją** — lūždami išsiskaido į **regimosios šviesos spektrą** (t. y. įvairių bangos ilgių šviesą). Tai gali įvykti savaime (žr. **chromatinę aberaciją**) arba dirbtinai, pvz., spektrometre.



• **Teleskopas**. Optinis prietaisas, naudojamas labai tolimų (dėl to atrodančių labai mažais) objektų atvaizdui didinti.



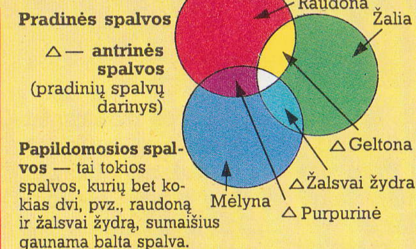
• **Regėjimo kampas**. Kampas, kuriuo į akį sueina spinduliai, sklindantys iš daikto ar jo atvaizdo viršaus ir apačios. Kuo didesnis šis kampas, tuo didesnis atrodo daiktas ar jo atvaizdas. Didinantys optiniai prietaisai, pvz., **mikroskopai**, sukuria atvaizdą, kurio regėjimo kampas didesnis už plika akimi matomo daikto regėjimo kampą. Tokio prietaiso **kampinis didinimas**, arba tiesiog **didinimas** (žr. toliau), yra jo didinimo kiekybinė charakteristika.

$$\textbf{Kampinis didinimas} = \frac{\textbf{atvaizdo regėjimo kampas}}{\textbf{daikto regėjimo kampas}}.$$

• **Chromatinė aberacija**. Spalvų (žr. toliau kairėje **regimosios šviesos spektrą**) aureolė, kartais matoma aplink lęšių kuriamus atvaizdus. Ji atsiranda dėl **dispersijos** (žr. **spalvą**). Siekiant jos išvengti, labai kokybiškuose optiniuose prietaisuose naudojamas vienas ar daugiau **achromatinių lęšių**. Jie susideda iš dviejų lęšių, suderintų taip, kad vieno jų dispersija kompensuotų kito dispersiją.

• **Regimosios šviesos spektras**. Baltosios šviesos pluoštą sudarančių įvairių spalvų pluoštų rinkinys. Kiekvienos spalvos juosta atitinka labai mažą **bangos ilgių*** intervalą (žr. **regimąją šviesą**, p. 45).





• **Pradinės spalvos**. Raudona, mėlyna ir žalia šviesa, t. y. spalvos, kurių neįmanoma gauti maišant bet kokių kitų spalvų šviesą. Sumaišytos vienodu santykiu, jos sudaro baltąją šviesą. Maišant jas tinkamomis proporcijomis, galima gauti bet kokią **regimosios šviesos spektro** spalvą. Atkreipiame dėmesį, kad tai yra grynosios pradinės spalvos, apie kurias kalbama dailėje (raudona, mėlyna ir geltona), tačiau taip jas galima vadinti tik apytiksliai, nes dažai nėra gryni.

• **Spalvų filtravimas ir maišymas**. Jei baltąja šviesa apšviečiamas spalvotas filtras, pro jį prasiskverbia tik filtro spalvos (to paties **bangos ilgio*** intervalo) šviesa, o kitų spalvų šviesa sugeriama. Tai **filtravimas**, arba **spalvų skaidymas**. Jei tokiu būdu išskirta dviejų skirtingų spalvų šviesa nukreipiama į baltą paviršių, akimi matoma trečia spalva (dviejų spalvų mišinys). Tai **suminis spalvų maišymas** (**spalvų sudėtis**).

*__Bangos ilgis__, 34; **Lęšiai**, 52; **Lūžimas**, 50; **Menamasis atvaizdas**, 49 (**Atvaizdas**); **Prizmė**, 51; **Sferiniai veidrodžiai**, 48; **Tikrasis atvaizdas**, 49 (**Atvaizdas**).

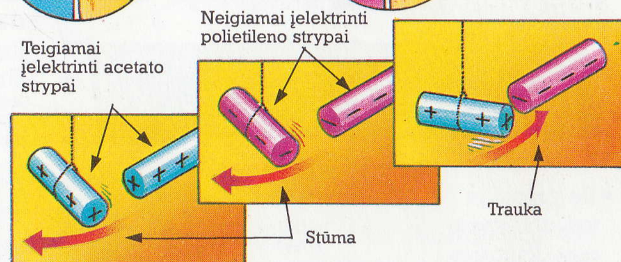
*__Bangos ilgis__, 34; **Menamasis atvaizdas**, 49 (**Atvaizdas**); **Pagrindinė optinė ašis**, 52.

Statinė elektra (elektrostatika)

Elektrinius reiškinius sukelia **elektrine jėga*** sąveikaujančios (judėdamos arba nejudėdamos) elektringosios dalelės (**elektronai*** ir **jonai***). Kūnas, kuriame yra elektronų perteklius, turi neigiamą elektros krūvį, o kuriam trūksta elektronų, — teigiamą. Elektros **srovė** (žr. p. 90) — tai kryptingas elektronų judėjimas medžiagoje, taigi tai krūvio pernešimas, priešingybė **statinei elektrai**, kuriai būdingas nejudančių elektros krūvių sutelkimas ir „laikymas" medžiagoje.



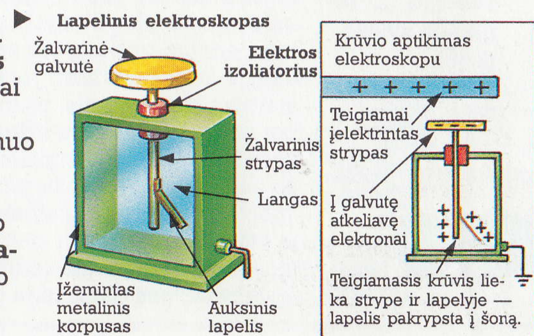
•**Pirmasis elektrostatikos dėsnis**. Jis teigia, kad vienarūšiai krūviai vienas kitą stumia, o įvairiarūšiai — traukia. Elektringoji dalelė dėl **indukcijos** visada traukia neįelektrintą dalelę.



•**Elektros laidininkas**, arba **laidininkas**. Medžiaga, turinti labai daug laisvai judančių elektronų (taip pat žr. **elektrinį laidumą**, p. 62). Taigi ji gali būti laidi elektrai (laidi elektros **srovei**; žr. įvadą). Geri elektros laidininkai yra metalai, pvz., varis, aliuminis ir auksas.

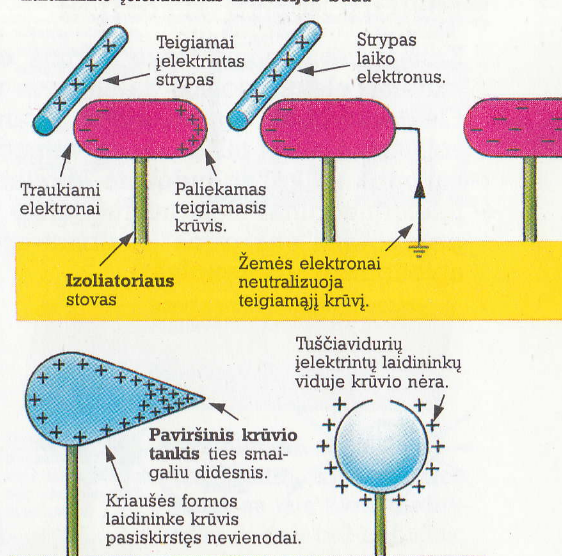
•**Elektros izoliatorius**, arba **izoliatorius**. Medžiaga, kurioje yra labai mažas kiekis ar visai nėra laisvai judančių elektronų (t. y. blogas **elektros laidininkas**). Kai kurie izoliatoriai įsielektrina patrinti kita medžiaga, nes elektronai pereina iš vienos medžiagos paviršiaus atomų į kitą medžiagą, o krūvis lieka paviršiuje.

•**Elektroskopas**. Prietaisas nedideliems elektros krūviams aptikti. Dažniausiai naudojamas **lapelinis elektroskopas**. Įsielektrinę lapeliai ir strypas pradeda stumti vienas kitą, ir lapeliai nukrypsta į šoną nuo strypo. Kuo didesnis krūvis, tuo labiau nukrypsta lapeliai. **Kondensaciniame elektroskope** tarp galvutės ir korpuso yra **kondensatorius***, padidinantis elektroskopo jautrį.



*Elektrinė jėga, 6; Elektronai, 83; Jonai, 88 (Jonizacija); Kondensatorius, 59.

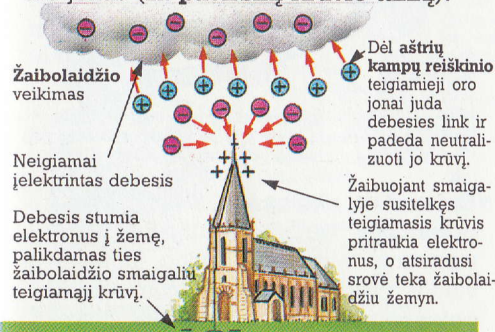
•**Indukcija**, arba **elektrostatinė indukcija**. **Laidininko** įsielektrinimas dėl kito krūvio, nesiliečiančio su tuo laidininku, poveikio. Paprastai krūviai indukuojami skirtingose kūno vietose dėl krūvių stūmos ir traukos. Kūnas, netekęs vienos rūšies krūvio, tampa pastoviai įelektrintu.



•**Elektroforinis diskas**. Mažas diskas, pagamintas iš **elektros laidininko** ir pritvirtintas prie **izoliatoriaus** rankenėlės. Naudojamas krūviams perkelti iš vieno kūno į kitą.

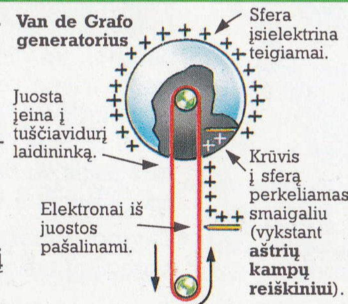
•**Paviršinis krūvio tankis**. Krūvis, tenkantis vienetiniam kūno paviršiaus plotui. Jis didesnis tose kūno vietose, kur didesnis paviršiaus kreivumas, dėl to krūviai susitelkia smaigaliuose (žr. **aštrių kampų reiškinį**). Pastovus tik sferos paviršinis krūvio tankis.

•**Aštrių kampų reiškinys**. Juo apibūdinama visuma reiškinių, vykstančių ties teigiamai įelektrintų kūnų smaigaliais. Juose susitelkęs didelis krūvis stumia teigiamus oro jonus (žr. **paviršinį krūvio tankį**). Šie, susidurdami su oro molekulėmis, išmuša iš jų elektronus ir taip sukuria papildomus teigiamuosius jonus, kurie taip pat yra didelio krūvio stumiami. Dėl to susidaro oro molekulių **elektrinis vėjas**.



•**Žaibas**. Staigus krūvio nutekėjimas iš debesies, įsielektrinusio dėl vandens ir oro molekulių tarpusavio trinties. **Aštrių kampų reiškiniu** pagrįstas **žaibolaidžio** veikimas. Žaibolaidis padeda neutralizuoti debesies krūvį ir elektros srovę nukreipti į žemę taip, kad ji netekėtų pastatu. Žaibo smūgis panašus į reiškinį, vykstantį **išlydžio vamzdyje***.

•**Van de Grafo generatorius**. Įrenginys elektros krūviui kaupti naudojant **mechaninę energiją***. Judanti juosta surenka dėl trinties atsiradusį arba kito elektros šaltinio tiekiamą krūvį ir perkelia jį į izoliuotą laidininką.

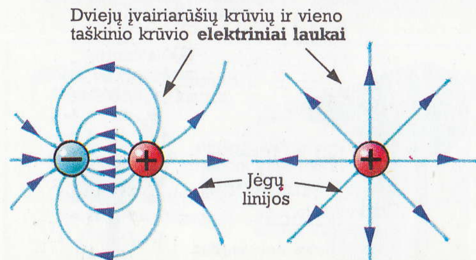


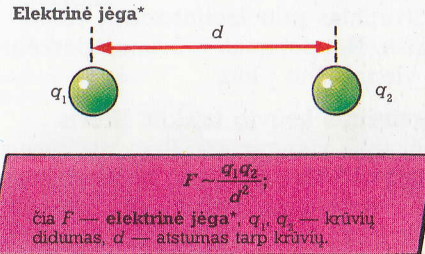
•**Elektroforas**. Įrenginys, susidedantis iš neigiamai įelektrinto **izoliatoriaus** ir žalvarinės plokštės su izoliatoriaus rankena. Jis naudojamas keletui teigiamųjų krūvių sukurti iš vieno neigiamojo krūvio.

*Išlydžio vamzdis, 80; Mechaninė energija, 9.

Potencialas ir talpa

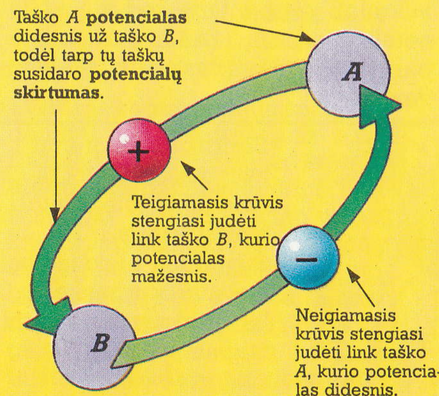
Krūviai bet kuriame taške sukuria **elektrinį lauką**, t. y. **jėgos lauką***, kuriame elektringosios dalelės yra veikiamos **elektrinės jėgos***. Elektrinio lauko didumas tam tikrame taške apibūdinamas jėga, veikiančia tame taške esantį vienetinį teigiamąjį krūvį, o lauko kryptis sutampa su krūvio judėjimo kryptimi (taip pat žr. p. 104—107). Įelektrinti kūnai elektriniame lauke priklausomai nuo jų padėties turi **potencinės energijos*** (kalbant apie elektrinius reiškinius, tai apibūdinama **potencialu**).

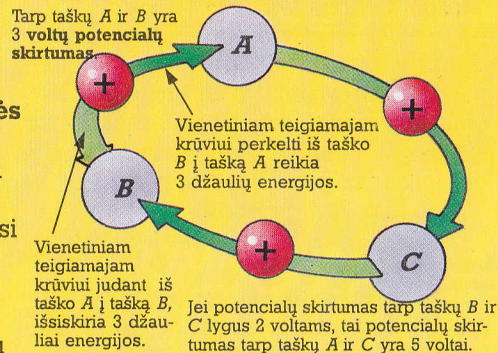




•**Potencialas**. Energija, kurios turi vienetinis krūvis duotame elektrinio lauko taške dėl tą krūvį veikiančios jėgos (ši energija panaši į **gravitacinės traukos jėgos*** veikiamo kūno **potencinę energiją***). Krūvio energija priklauso nuo krūvio didumo ir taško potencialo. Teigiamasis krūvis stengiasi judėti mažesnio potencialo taškų link. Tai judėjimas **potencialo gradiento** kryptimi. Paties potencialo išmatuoti neįmanoma, bet galima sužinoti dviejų taškų **potencialų skirtumą**.

▼





▲

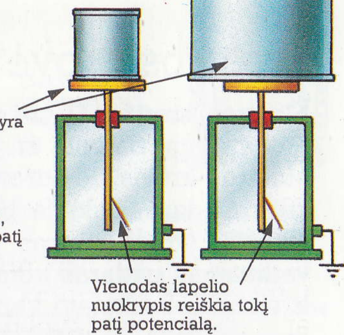
•**Potencialų skirtumas**. Dviejų taškų **potencialo** verčių skirtumas, lygus vienetinio teigiamojo krūvio, judančio iš vienos vietos į kitą elektriniame lauke, potencinės energijos pokyčiui. Potencialų skirtumo vienetas yra **voltas** (potencialų skirtumas dažnai vadinamas **įtampa**). Jei vieno **kulono*** krūvis įveikia vieno volto potencialų skirtumą, tai to krūvio potencinė energija pakinta vienu džauliu. Atskaitos taškas (paprastai susijęs su Žeme) pasirenkamas priskiriant jam nulinį potencialą.

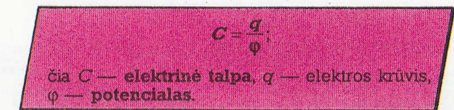
•**Ekvipotencialinis paviršius**. Paviršius, kurio visų taškų **potencialas** vienodas.

*Elektrinė jėga, Gravitacijos jėga, Jėgų laukas, 6; Kulonas, 60; Potencinė energija, 8.

Elektrinė talpa

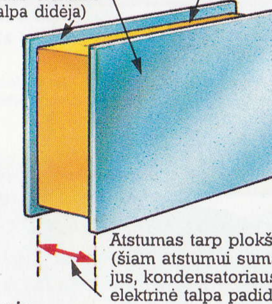
Kai **laidininkui*** suteikiamas elektros krūvis, jo **potencialas** pakinta. **Elektrine talpa** vadinamas kūnui suteikto krūvio ir jo potencialo pokyčio santykis. Didesnės elektrinės talpos kūnui reikia suteikti didesnį krūvį, norint jo potencialą pakeisti tiek pat, kiek ir mažesnės elektrinės talpos kūno.

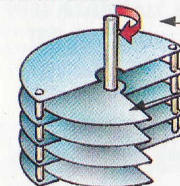




•**Faradas**. Elektrinės talpos vienetas. Jis lygus talpai tokio kūno, kuriam suteikus vieno **kulono*** krūvį, potencialas padidėja vienu **voltu**.

•**Kondensatorius**. Elektros krūvio kaupimo įrenginys, susidedantis iš dviejų metalinių lygiagrečių plokščių, perskirtų izoliacine medžiaga — **dielektriku**. Kondensatoriaus talpa priklauso nuo naudojamo dielektriko, todėl jis parenkamas atsižvelgiant į reikiamą talpą ir pageidaujamus matmenis.



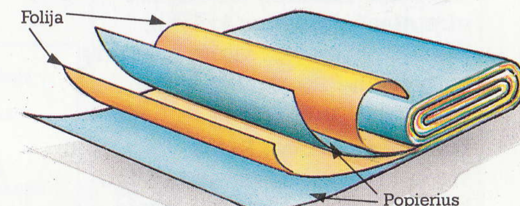


Kintamieji kondensatoriai naudojami radijo imtuvų kontūrams derinti.

•**Dielektrinė skvarba** (santykinė). **Kondensatoriaus** su tam tikru **dielektriku** talpos bei to paties kondensatoriaus, tarp kurio plokščių yra vakuumo tarpas, talpos santykis. Taigi dielektrinė skvarba rodo, kiek kartų padidėja kondensatoriaus talpa, jei į vakuumo tarpą įdedamas dielektrikas (oras šiuo atveju beveik atstoja vakuumą).

•**Kintamasis kondensatorius. Kondensatorius**, sudarytas iš dviejų vienas į kitą įsiskverbiančių menčių rinkinių, perskirtų **dielektriko** (oro) sluoksniais. Keičiant dengiančių viena kitą menčių dalių plotą, kinta ir kondensatoriaus talpa.

•**Popierinis kondensatorius. Kondensatorius**, kurį sudaro du ilgi folijos lakštai, perskirti plonu vašku impregnuoto popieriaus **dielektriku. Poliesteriniai kondensatoriai** pagaminti panašiu būdu. ▶



•**Elektrolitinis kondensatorius. Kondensatorius**, kurio **dielektrikas** yra pastos ar gelio pavidalo. Tokie kondensatoriai, net ir labai maži, gali turėti didelę talpą. Dėl dielektriko prigimties įtampą reikia jungti prie kondensatoriaus tinkamo poliškumo.

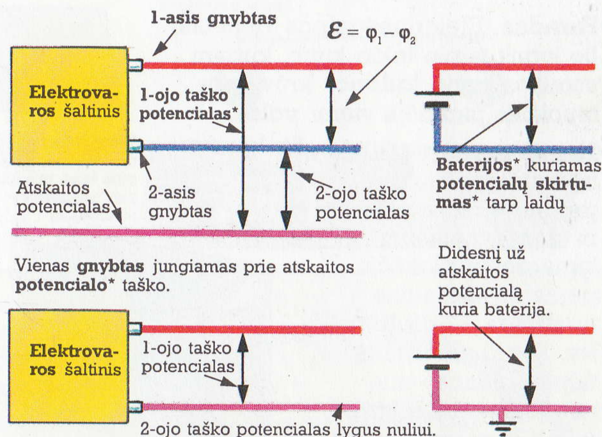
•**Leideno stiklinė. Kondensatorius**, sudarytas iš stiklinės, kurios vidus ir išorė padengti folija. Tai vienas iš pirmųjų išrastų kondensatorių.

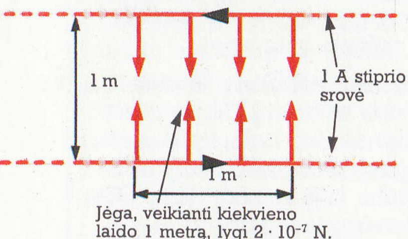
*Elektros laidininkas, 56; Kulonas, 60.

Elektros srovė

Elektros **srovė** (*I*) yra medžiaga sklindantis elektronų (neigiamųjų elektringųjų dalelių; žr. p. 83) srautas, taigi medžiaga pernešamas elektros krūvis. Elektronai juda kryptingai tik esant **elektriniam laukui***, kuris sukuria **potencialų** skirtumą tarp dviejų taškų. Taigi elektros srovei būtinas **potencialų skirtumas***. **Elektrine grandine** vadinamas uždaras kontūras (kilpa), susidedantis iš srovės šaltinio ir vieno arba keleto komponentų, kuriais teka srovė.

•**Elektrovara** ($\mathcal{E}$). ▶ **Potencialų skirtumas***, kuriamas **galvaninio elemento***, **baterijos*** ar **generatoriaus***, kurie sukelia srovę grandinėje. Elektrovaros šaltinis turi du **gnybtus** (prie jų jungiami laidai), tarp kurių palaiko potencialų skirtumą. **Priešpriešinė elektrovara** — tai grandinės dalių kuriama elektrovara, nukreipta prieš pagrindinę elektrovarą.





•**Amperas** (A). Srovės stiprio (*I*) **SI vienetas***. Vienas amperas — tai tokio stiprio srovė, kuri tekėdama dviem begaliniais laidais, nutolusiais vakuume vienas nuo kito per vieną metrą, veikia kiekvieną laido ilgio metrą $2 \cdot 10^{-7}$ niutono jėga (taip pat žr. p. 96). Srovės stipris tiksliai nustatomas **srovės svarstyklėmis**, matuojančiomis jėgą tarp dviejų laidų ričių, kuriomis teka srovė (yra teorinė formulė, apibūdinanti jų sąveiką). Srovės svarstyklės naudojamos **ampermetrams* graduoti***.

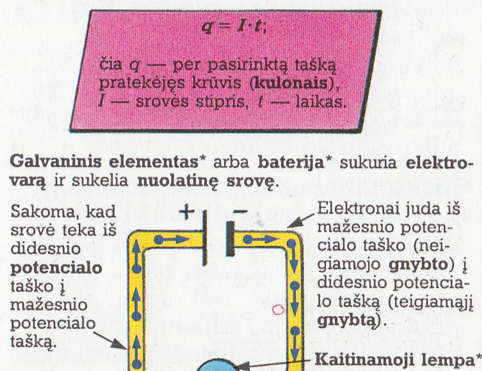
•**Kulonas**. Elektros krūvio **SI vienetas***. Jis lygus krūviui, pratekančiam per vieną sekundę laidininku, kuriuo teka vieno **ampero** stiprio srovė. ▶

$$q = I \cdot t;$$

čia q — per pasirinktą tašką pratekėjęs krūvis (**kulonais**), I — srovės stipris, t — laikas.

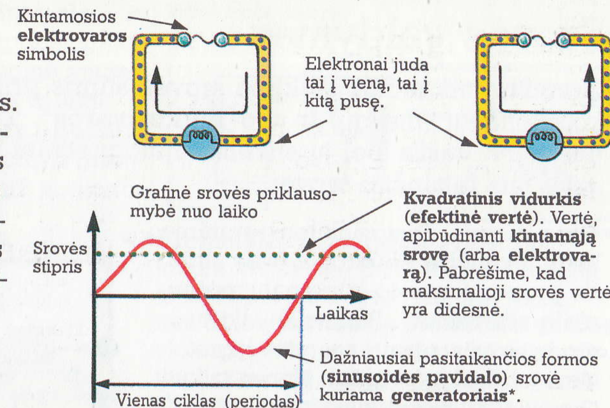
•**Nuolatinė srovė**. Srovė, tekanti tik viena kryptimi. Iš pradžių buvo laikyta, kad ji teka iš didesnio **potencialo*** taško į mažesnio potencialo tašką. Elektronai iš tikrųjų juda priešinga kryptimi, bet čia reikia atsiminti susitarimą dėl ženklo.

Galvaninis elementas* arba **baterija*** sukuria **elektrovarą** ir sukelia **nuolatinę srovę**.



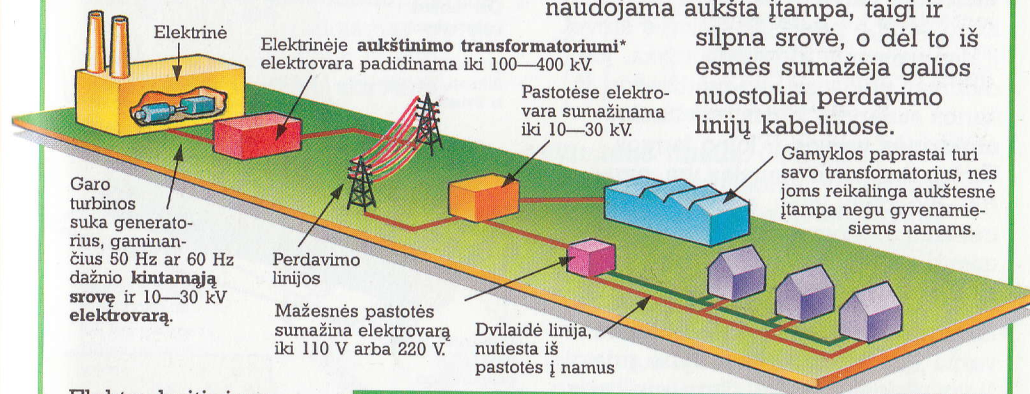
*Ampermetras, 77; Baterija, 68; Elektrinis laukas, 58; Galvaninis elementas, 68; Generatorius, 78; Gradavimas, 115; Kaitinamoji lempa, 64; Potencialas, Potencialų skirtumas, 58; SI vienetai, 96.

•**Kintamoji srovė**. Srovė, kurios kryptis grandinėje kinta vienodais laiko tarpais. Ją sukelia kintamoji **elektrinė įtampa**. Grafinės srovės stiprio priklausomybės nuo laiko forma panaši į bangavimo. Kintamoji srovė ir jos elektrovara paprastai išreiškiamos jų **kvadratiniais vidurkiais**, arba **efektinėmis vertėmis** (žr. grafiką dešinėje).

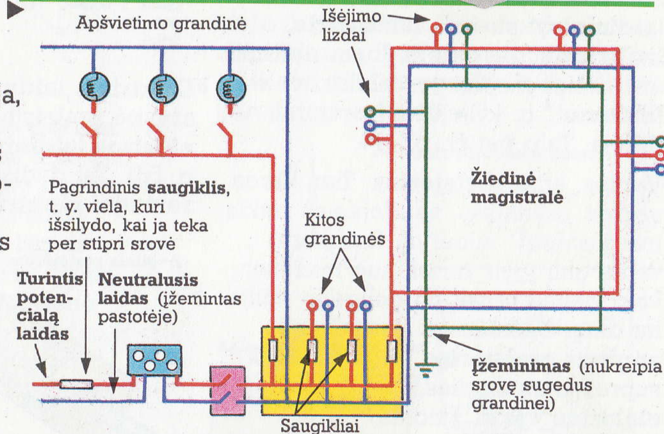


Elektros tiekimas

Elektrą buitiniam ir pramoniniam vartojimui elektrinėse gamina **generatoriai***. Jie generuoja 50 Hz arba 60 Hz dažnio **kintamąją srovę**. Šią srovę, skirtingai nei **nuolatinę**, galima nesunkiai **transformuoti** (žr. **transformatorių**, p. 79) didinant arba mažinant įtampą (**potencialų skirtumą***). Vadinasi, srovės perdavimui gali būti naudojama aukšta įtampa, taigi ir silpna srovė, o dėl to iš esmės sumažėja galios nuostoliai perdavimo linijų kabeliuose.



Elektra buitinėms reikmėms iš pastotės visuomet tiekiama mažiausiai dvilaide linija, kuria teka **kintamoji srovė**. Kartais vienas iš laidų įžeminamas pastotėje, todėl nutiesiamas tik vienas laidas, turintis žemės atžvilgiu **potencialą***. Kai kuriose šalyse saugumo sumetimais naudojamas papildomas laidas, sujungtas su žeme. ▶

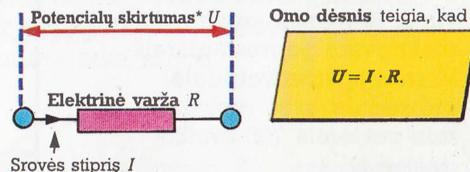


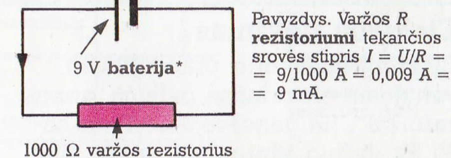
*Aukštinimo transformatorius, 79; Generatorius, 78; Potencialas, Potencialų skirtumas, 58.

Srovės valdymas

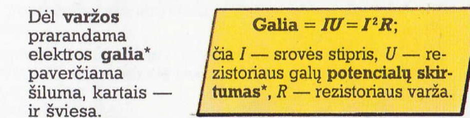
Grandine tekančios elektros srovės stipris priklauso nuo grandinės komponentų (mazgų) ir nuo **elektrovaros***. Tų komponentų **elektrinė varža** bei jų sukeliami magnetiniai ir elektriniai laukai turi įtaką jais tekančiai srovei.

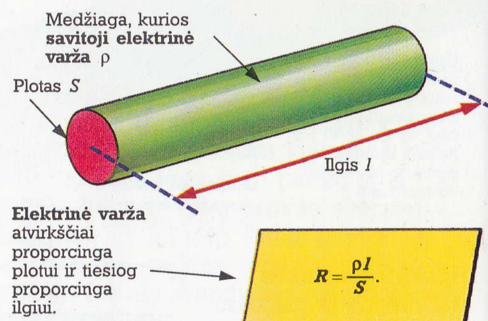
• **Omo dėsnis**. Pastovios temperatūros kūnu tekančios elektros srovės stipris proporcingas to kūno galų **potencialų skirtumui***. Potencialų skirtumo ir srovės stiprio santykis lygus kūno **elektrinei varžai**. Norint taikyti Omo dėsnį, reikia kūno temperatūrą išlaikyti pastovią, nes srovė kaitina kūną ir jo varža dėl to kinta (taip pat žr. **kaitinamąją lempą**, p. 64). Kai kurioms medžiagoms, pvz., **puslaidininkiams***, Omo dėsnis netinka.





• **Elektrinė varža**, arba **varža** (R). Kūno savybė priešintis elektros srovei. Ji dar vadinama **aktyviąja varža**. Jos didumas priklauso nuo medžiagos, iš kurios sudarytas kūnas, **savitosios elektrinės varžos** ir kūno formos. Varžos matavimo vienetas yra **omas** (Ω). Judėdami kūnu, elektronai atsitrenkia į jo atomus ir perduoda jiems energiją, kartu įkaitindami kūną ir naudodami šaltinio energiją.

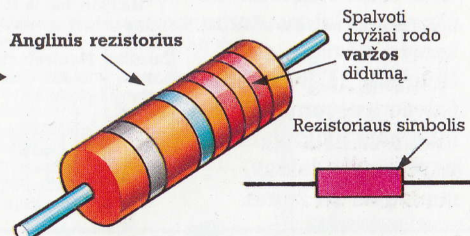




• **Savitoji**, arba **specifinė, elektrinė varža** (ρ). Medžiagos savybė priešintis elektros srovei. Gerų **elektros laidininkų*** savitoji varža maža, o **izoliatorių*** — didelė. Ji yra dydis, atvirkščias medžiagos **elektriniam laidumui*** ir, kylant temperatūrai, didėja. Taip pat žr. p. 114.

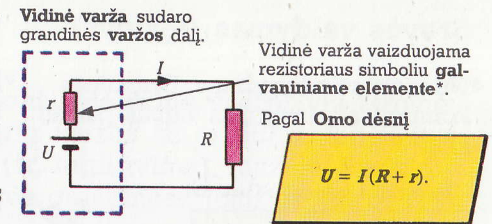
• **Elektrinis laidumas**. Medžiagos savybė praleisti srovę (taip pat žr. **elektros laidininką** ir **izoliatorių**, p. 56). Tai dydis, atvirkščias **savitajai elektrinei varžai**.

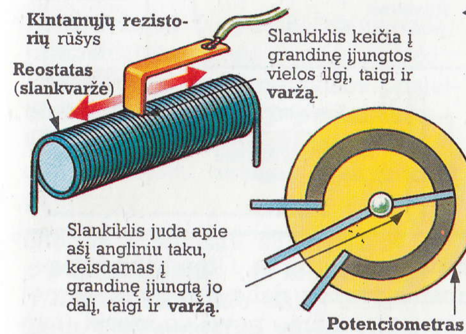
• **Varžas**, arba **rezistorius**. Tam tikros **varžos** prietaisas, naudojamas reikiamai **įtampai*** sudaryti. Rezistorių varža gali įgyti vertes nuo mažesnių kaip vienas **omas** iki daugelio milijonų omų. Dažniausiai pasitaikantis **anglinis rezistorius** pagamintas iš supresuotos anglies, kurios **savitoji elektrinė varža** žinoma. ▶



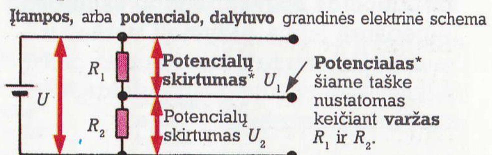
*Baterija, 68; Elektros izoliatorius, Elektros laidininkas, 56; Elektrovara, 60; Galia, 9; Potencialų skirtumas, 58; Puslaidininkiai, 65.

• **Vidinė varža** (r). **Galvaninio elemento*** ar **baterijos*** pasipriešinimas srovei, kurią jie sukelia. Vidinė varža yra vidinių sujungimų varža ir tam tikrų cheminių reiškinių (pvz., **poliarizacijos***) rezultatas. Taigi srovė grandinėje gali būti silpnesnė už tą, kurios tikimasi. ▶

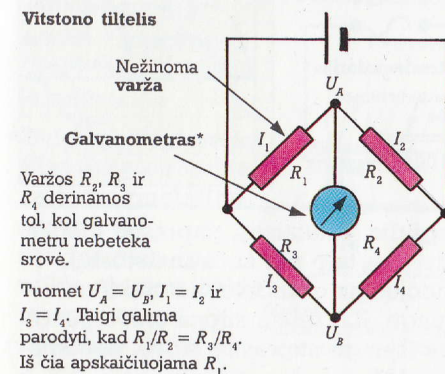




◀ • **Kintamasis rezistorius**. Prietaisas, kuriuo **varža** gali būti keičiama mechaniškai. Jį sudaro apie ritinį apvyniota tam tikros **savitosios elektrinės varžos** vielos ritė, kuria juda slankiklis (jungiama į grandinę, kuria teka stipri srovė), arba anglinis takas su judančiu juo slankikliu (kontaktu). Kintamąjį rezistorių galima naudoti ir kaip **įtampos**, arba **potencialo, dalytuvą**, tačiau reikia įtaisyti dar vieną kontaktą. Tuomet tai bus **potenciometras**.

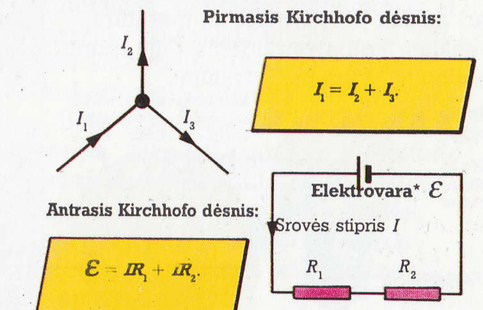


• **Įtampos**, arba **potencialo, dalytuvas**. Prietaisas, naudojamas **potencialų skirtumui*** gauti iš kito, didesnio, potencialų skirtumo. ▶



◀ • **Vitstono tiltelis**. Grandinė, naudojama nežinomai varžai rasti (žr. schemą). Kai **galvanometras*** rodo, jog nėra srovės, nežinomoji varža gali būti apskaičiuojama pagal kitas tris. **Tiltelis su metriniu reochordu** — tai Vitstono tiltelio atmaina, kurioje du rezistoriai pakeičiami metaline didelės varžos viela (reochordu). Reochordo slankiklio padėtis galvanometro atžvilgiu atitinka santykį R_3/R_4 parodytoje schemoje.

• **Kirchhofo dėsniai**. Du dėsniai, apibendrinantys srovės tekėjimo sąlygas bet kuriuo laiko momentu. Pirmasis teigia, kad į mazgą įtekančių srovių suma lygi iš mazgo ištekančių srovių sumai. Pagal antrąjį dėsnį, kiekvieno grandinės komponento varžos ir juo tekančios srovės stiprio sandaugų suma lygi grandinės **elektrovarai***. ▶

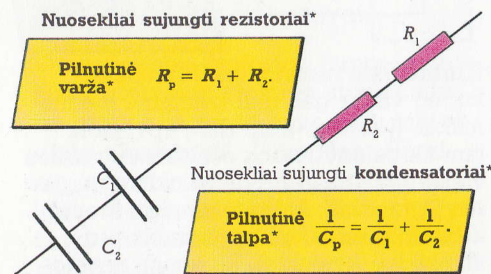


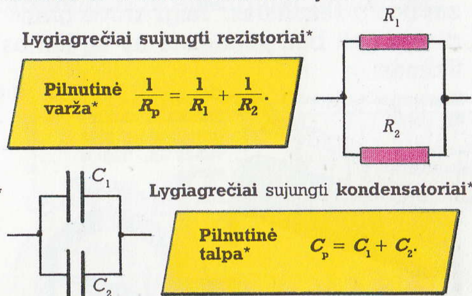
*Baterija, 68; Elektrovara, 60; Galvaninis elementas, 68; Galvanometras, 77; Įtampa, 58 (Potencialų skirtumas); Poliarizacija, 68; Potencialas, 58.

Srovės valdymas (tęsinys)

•**Nuoseklusis jungimas**. Grandinės komponentų jungimas vienas paskui kitą.

•**Lygiagretusis jungimas**. Grandinės komponentų jungimas, kai srovė pasiskirsto ir vienu metu teka jais visais.

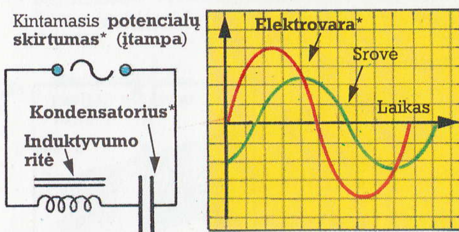




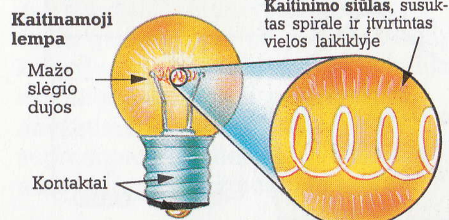
•**Tariamoji varža**, arba **impedansas**. Grandinės **įtampos*** ir ja tekančios **kintamosios srovės*** stiprio santykis. Impedansą lemia **aktyvioji varža*** ir **reaktyvioji varža***. Impedansas gali sukelti fazių skirtumą tarp **elektrovaros*** ir srovės stiprio.

•**Reaktyvioji varža**, arba **reaktansas**. „Aktyviai" veikianti **kintamąją srovę* impedanso** dalis. Ją sukelia grandinės **talpa*** ir **induktyvioji varža**, kurios, kintant srovei, keičia **elektrovarą***.

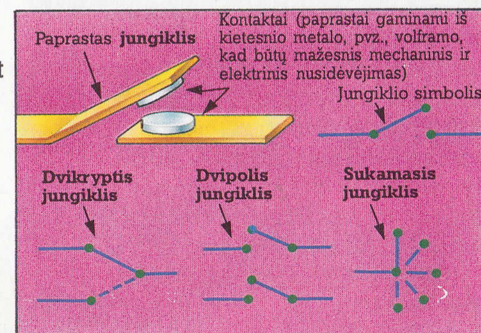
•**Induktyvioji varža**. Grandinės **tariamosios varžos** dalis, sąlygota magnetinių laukų kitimo poveikio srovei (taip pat žr. **elektromagnetinę indukciją**, p. 78). Ji būdinga prietaisui, vadinamam **induktyvumo rite**.



•**Kaitinamoji lempa**. Ši elektros lempa sudaryta iš volframo vielos spiralės (**kaitinimo siūlo**), įtaisytos stiklinėje kolboje, kuri pripildyta mažo slėgio argono ar azoto dujų. Srovei tekant spirale, ši greitai įkaista ir pradeda šviesti. Volframas naudojamas dėl to, kad aukšta jo lydymosi temperatūra, o stiklinė kolba pripildoma dujų, norint susilpninti volframo garavimą.



•**Jungiklis**. Prietaisas, paprastai mechaninis (bet taip pat žr. **tranzistorių**), naudojamas grandinei nutraukti ar sujungti. Kai reikia silpna srove įjungti arba išjungti stipresnę srovę, naudojama **relė***.

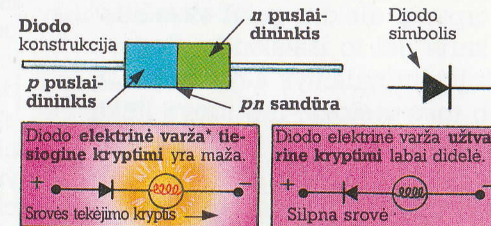


*Elektrinė talpa, 59; Elektrinė varža, 62; Elektrovara, 60; Įtampa, 58 (Potencialų skirtumas); Kintamoji srovė, 61; Kondensatorius, 59; Relė, 75; Rezistorius, 62.

Puslaidininkiai

Puslaidininkiai — tai medžiagos, kurių **elektrinė varža*** yra tarpinė tarp **elektros laidininkų** ir **izoliatorių** varžos (žr. p. 56) ir, didėjant temperatūrai bei priemaišų kiekiui (žr. **legiravimą**), mažėja. Puslaidininkiai plačiai naudojami elektronikos grandinėse (taip pat žr. p. 111).

•**Legiravimas**. Nedidelio kiekio priemaišų įterpimas į puslaidininkį. Priklausomai nuo priemaišos puslaidininkiai skirstomi į ***p* puslaidininkius** ir ***n* puslaidininkius**. Jų deriniai naudojami **diodų** ir **tranzistorių** gamyboje.



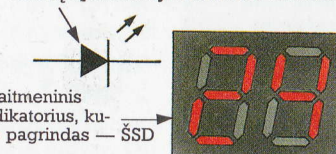
•**Diodas**. Prietaisas, sudarytas iš ***p* puslaidininkio** (žr. **legiravimą**) ir ***n* puslaidininkio** dalių, sudėtų kartu. Šios sandūros **varža***, tekant srovei viena kryptimi (sakoma **tiesiogine kryptimi**), yra labai maža, o tekant priešinga kryptimi (**užtvarine kryptimi**) — labai didelė.

•**Vienpusis lyginimas**. Kelio užtvėrimas **diodu** visai **kintamosios srovės*** vienos krypties srovei. Grandine srovė teka tik viena kryptimi.



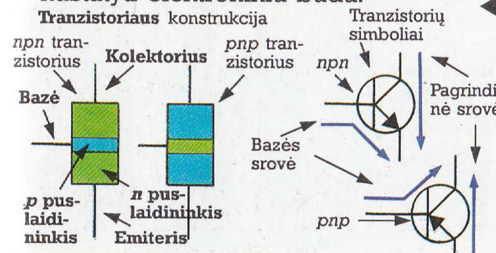
•**Dvipusis lyginimas**. **Kintamosios srovės*** vertimas **nuolatine srove***. Jis naudojamas, kai reikia elektros tinklo srovę paversti nuolatine srove.





•**Šviesą spinduliuojantis diodas (ŠSD)**. Diodas, kurio **elektrinė varža*** didesnė negu paprasto diodo. Jis vietoj šilumos spinduliuoja šviesą.

•**Termistorius**. Puslaidininkinis prietaisas, kurio **elektrinė varža*** priklauso nuo temperatūros. Jis naudojamas temperatūros pokyčiams nustatyti elektroniniu būdu.



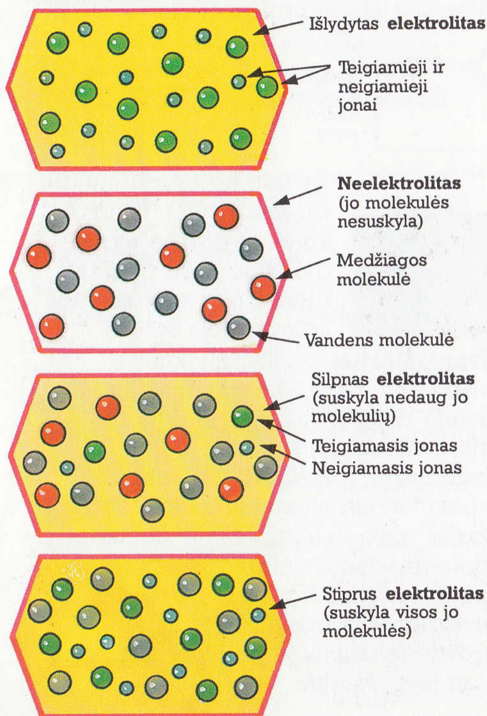
•**Tranzistorius**. Puslaidininkinis prietaisas, paprastai gaminamas iš dviejų rūšių puslaidininkių. Jis turi tris elektrodus (išvadus): **bazę**, **kolektorių** ir **emiterį** (žr. schemą). Į bazę tekant silpnai srovei, **elektrinė varža*** tarp kolektoriaus ir emiterio kinta nuo labai didelės vertės iki labai mažos. Taigi silpną bazės srovę galima panaudoti stipriai srovei, tekančiai iš kolektoriaus į emiterį, valdyti.

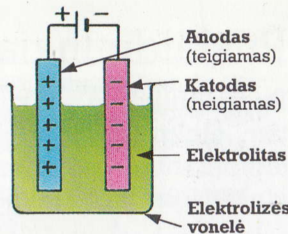
*Elektrinė varža, 62; Kintamoji srovė, 61; Nuolatinė srovė, 60; Rezistorius, Savitoji elektrinė varža, 62.

Elektrolizė

Elektrolizė — tai elektros srovės tekėjimas turinčiu **jonų*** (atomų, pagavusių arba praradusių **elektroną*** ir tapusių elektringais) skysčiu, kuris dėl to išsiskaido. Srovę sukelia judantys skysčio jonai, o tose vietose, kur srovė įteka į skystį ar iš jo išteka, nusėda cheminės medžiagos. Elektrolizė plačiai taikoma pramonėje.

• **Elektrolitas**. Išlydytas arba ištirpintas vandenyje junginys, kuris praleidžia elektros srovę. Visos medžiagos, sudarytos iš jonų arba tirpinant skylančios į jonus (**jonizacija***), yra elektrolitai. Nuo jonų koncentracijos elektrolite priklauso jo elektrinis laidumas.





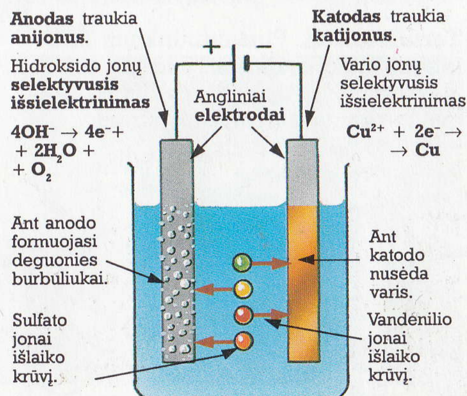
• **Elektrodas**. Į **elektrolitą** panardintas metalo ar anglies gabalas, kuriuo srovė įteka arba iš kurio išteka vykstant elektrolizei. Yra du elektrodai — **anodas** (teigiamasis elektrodas) ir **katodas** (neigiamasis elektrodas). **Aktyvusis elektrodas** yra tas, kuris elektrolizės metu chemiškai pakinta; **pasyvusis elektrodas** lieka nepakitęs.

• **Elektrolizės vonelė**. Indas, kuriame vyksta elektrolizė. Jis turi **elektrolitą** ir **elektrodus**.

• **Joninė elektrolizės teorija**. Ji aiškina, kas vyksta **elektrolite** ir **elektroduose** elektrolizės metu. Ši teorija teigia, kad **katodas** traukia **katijonus** (teigiamuosius jonus), o **anodas** — **anijonus** (neigiamuosius jonus). Ten jie atitinkamai pagauna arba praranda elektronus, sudarydami atomus (sakoma, kad atomai **išsielektrina**). Jei yra du ar daugiau anijonų, tai išsielektrina tik vienas jų, turintis pirmumą. Tai vadinamasis **selektyvusis išsielektrinimas**.

▼

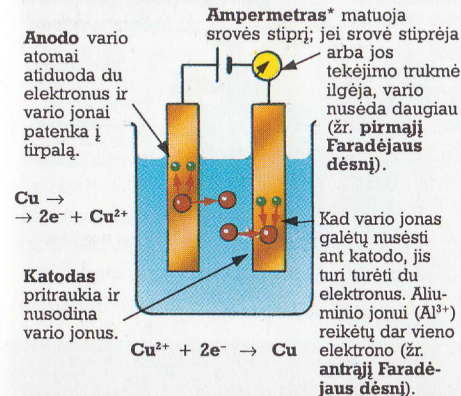
Vario sulfato tirpalo elektrolizė



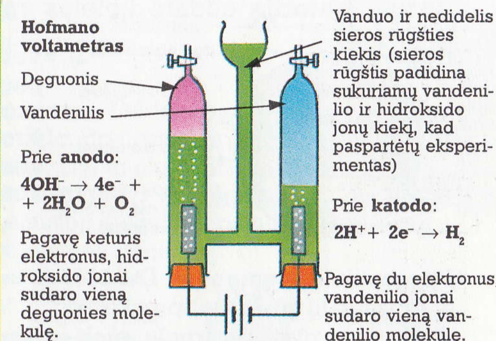
***Elektronai**, 83; **Jonai**, 88 (**Jonizacija**).

• **Faradėjaus elektrolizės dėsniai**. Du dėsniai, siejantys **elektrolitu** pratekėjusios elektros krūvį su išsiskyrusios medžiagos kiekiu. **Pirmasis Faradėjaus dėsnis** teigia, kad elektrolizės metu ant elektrodų išsiskyrusios medžiagos kiekis tiesiog proporcingas elektrolitu pratekėjusiam elektros krūviui (medžiagos **elektrocheminis ekvivalentas** — tai masė medžiagos, išsiskyrusios tekant vieną sekundę vieno ampero srovei). **Antrasis Faradėjaus dėsnis** teigia, kad ant elektrodo nusėdusios medžiagos kiekis atvirkščiai proporcingas jos jono krūviui.

Vario sulfato tirpalo elektrolizė su vario **elektrodais** (**vario voltametras**)



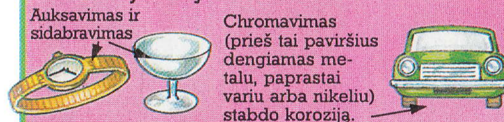
• **Voltametras**, arba **kulonmetras**. **Elektrolizės vonelė**, kuria tiriama, kaip nusėdusios ant **elektrodų** medžiagos kiekis susijęs su vonele tekančios srovės stipriu. Pavyzdžiui, **vario voltametrą** (žr. toliau) sudaro vario sulfatas ir variniai elektrodai.



• **Hofmano voltametras**. ▲ **Voltametras**, naudojamas elektrolizės metu išsiskyrusioms dujoms surinkti ir jų tūriui (taigi ir masei) matuoti. Pavyzdžiui, vykstant parūgštinto vandens elektrolizei, išsiskiria vandenilis ir deguonis, kurių santykis 2:1 (šis santykis taip pat parodo cheminę vandens sudėtį, t. y. H_2O).

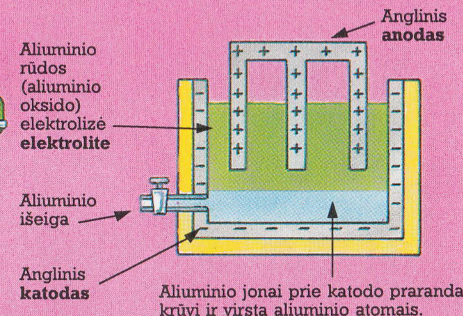
Elektrolizės taikymas

• **Galvanostegija**, arba **elektrolitinis nusodinimas**. Metalinio gaminio padengimas plonu kito metalo sluoksniu elektrolizės būdu. Padengiamas gaminys atstoja **katodą**, o padengiančiojo metalo jonai yra **elektrolite**.



• **Elektrolitinis gryninimas**. Metalų gryninimo elektrolizės būdu metodas. Iš metalo, turinčio priemaišų, pagaminamas **anodas**. Anodo metalo jonai juda katodo link ir nusėda ant jo kaip grynas metalas. Priemaišos iškrinta indo dugne.

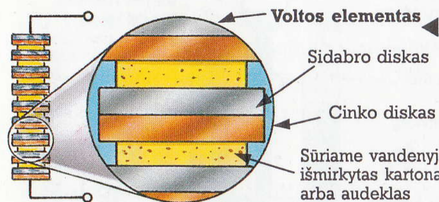
• **Metalų išskyrimas**, arba **ekstrakcija**. Metalų išskyrimas iš susmulkintos jų rūdos elektrolizės būdu. Taip gaunami chemiškai labai aktyvūs metalai, pvz., natris ir aliuminis. ▼



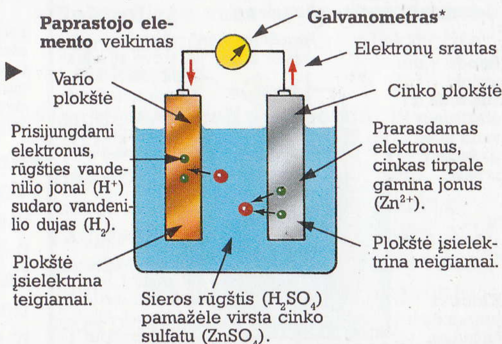
***Ampermetras**, 77.

Elementai ir baterijos

Italų mokslininkas A. Volta (Volta) pirmasis parodė, kad tarp skirtingų metalų, įleistų į tam tikrus skysčius (**elektrolitus***), atsiranda **potencialų skirtumas*** ir taip, panaudojant cheminę energiją, galima gauti **nuolatinę srovę***. Šis įrenginys vadinamas **elementu**, arba **galvaniniu elementu**. Potencialų skirtumas (sukeltas elemento cheminių kitimų) vadinamas **elektrovara***, o jos didumas priklauso nuo naudojamų metalų. **Bateriją** sudaro keletas sujungtų kartu elementų.

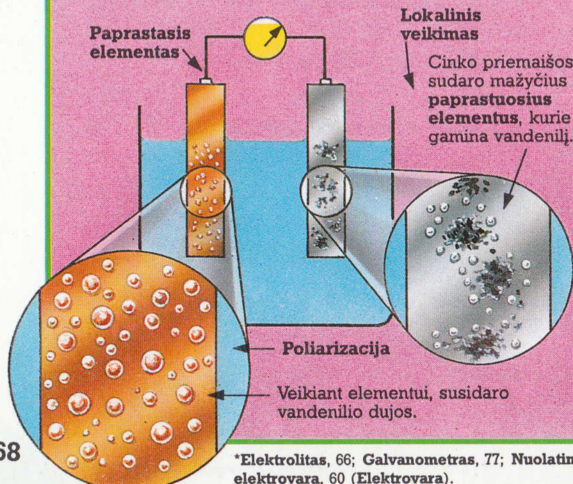


•**Voltos elementas** (**Voltos stulpas**). Pirmoji pagaminta baterija, susidedanti iš sidabro ir cinko diskų, perskirtų sūriame vandenyje išmirkytu kartonu arba audeklu. Tokia pati yra ir kartu sujungtų **paprastųjų elementų** konstrukcija.



•**Paprastasis elementas**. Dvi skirtingų metalų plokštės, perskirtos druskos ar rūgšties tirpalo **elektrolitu*** (paprastai naudojamos vario ir cinko plokštės bei skiesta sieros rūgštis). Toks paprastasis elementas kuria **elektrovarą*** tik trumpam, kol veikia **poliarizacija** ir turi įtaką **lokalinis veikimas**.

•**Poliarizacija**. Vandenilio burbulų susidarymas šalia vario plokštės **paprastajame elemente**. Poliarizacija mažina elemento **elektrovarą***, nes burbulai izoliuoja plokštę, be to, atsiranda **priešpriešinė elektrovara***. Poliarizacijos išvengiama pridedant **depoliarizuojančiojo reagento**, kuris, reaguodamas su vandeniliu, sudaro vandenį.

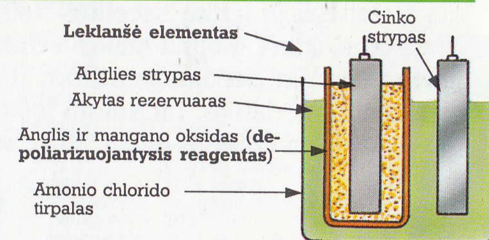


•**Lokalinis veikimas**. Vandenilio susidarymas šalia cinko plokštės **paprastajame elemente**. Priemaišos (kitų metalų liekanos) cinko plokštėje sudaro mažyčius paprastuosius elementus, kurie gamina vandenilį dėl **poliarizacijos**. Vandenilį taip pat išskiria cinkas, tirpdamas rūgštyje (net kai elementas nenaudojamas). Lokalinio veikimo išvengiama padengiant plokštę **amalgama** (gyvsidabrio lydiniu).

*Elektrolitas, 66; Galvanometras, 77; Nuolatinė srovė, 60; Potencialų skirtumas, 58; Priešpriešinė elektrovara, 60 (Elektrovara).

•**Elemento talpa**. Elemento savybė gaminti elektrą tam tikrą laiko tarpą. Ji matuojama **ampervalandėmis** (**A·h**). Pavyzdžiui, 10 A·h talpos elementas galėtų gaminti 1 A srovę 10 valandų.

•**Leklanšė** (Leclanché) **elementas**. Elementas, kuriame **poliarizacija** įveikiama naudojant mangano oksidą (kaip **depoliarizuojantįjį reagentą**). Oksidas šalina vandenilį lėčiau, negu šis gaminasi, bet šalinimo procesas nenutrūksta ir kai elementas neveikia. Toks elementas sukuria 1,5 V **elektrovarą***.



•**Norminis**, arba **etaloninis, elementas**. Elementas, kuriantis tiksliai žinomą ir pastovią **elektrovarą***. Jis naudojamas laboratorijose eksperimentams.

•**Pirminis elementas**. Bet koks baigtinį laiką tarnaujantis elementas. Jame esančios medžiagos laipsniškai sunaudojamos ir negali būti lengvai atnaujintos.

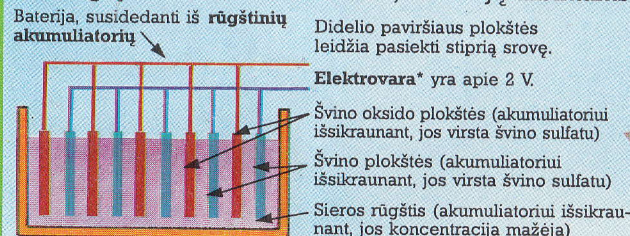
•**Sausasis elementas. Leklanšė elementas**, kuriame vietoj amonio chlorido tirpalo naudojama amonio chlorido turinti pasta. Dėl to elementas tampa lengvai kilnojamas. Jis sukuria 1,5 V **elektrovarą***. Dėl **lokalinio veikimo** sausieji elementai pamažu sensta, bet tinkami vartoti daugelį mėnesių.



•**Antrinis elementas**. Jis taip pat žinomas kaip **akumuliatorius**. Šį elementą galima įkrauti prijungus prie kito elektros šaltinio. Akumuliatoriai būna dviejų rūšių: **rūgštiniai** ir **šarminiai**.

•**Šarminis akumuliatorius. Antrinis elementas**, kurio elektrolitas yra kalio šarmas (KOH). Plokštės paprastai gaminamos iš nikelio ir kadmio junginių (tuomet jis vadinamas **nikelio-kadmio akumuliatoriumi**).

•**Rūgštinis akumuliatorius. Antrinis elementas**, kurio **elektrolitas*** yra skiesta sieros rūgštis, o plokštės pagamintos iš švino ir jo junginių. Kadangi jo **vidinė varža*** maža, tai juo galima sukurti labai stiprią srovę. Dėl šios priežasties akumuliatorius daugiausia naudojamas transporto priemonėms užvesti bei jų žibintams maitinti.

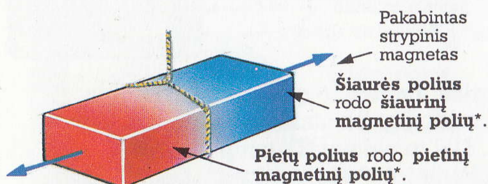




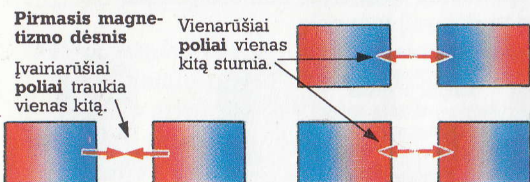
*Elektrolitas, 66; Elektrovara, 60; Nuoseklusis jungimas, 64; Vidinė varža, 63.

Magnetai

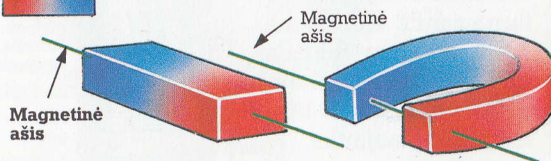
Aplink kiekvieną **magnetą** egzistuoja **magnetinis laukas***. Du magnetai dėl jų laukų sąveikos veikia vienas kitą **magnetine jėga***. Medžiaga, kurią galima **įmagnetinti** (paversti magnetu), vadinama **magnetiku** (žr. **feromagnetiką**). Ji įsimagnetina atsidūrusi magnetiniame lauke. Judėdami krūviai (paprastai **elektronai***) taip pat sukuria magnetinį lauką (žr. **elektromagnetizmą**, p. 74—76).



•**Polius**. Magneto taškas, kuriame atrodo sutelkta jo **magnetinė jėga***. Poliai esti dviejų rūšių: **šiaurės**, arba **nukreiptas į Šiaurę, polius** ir **pietų**, arba **nukreiptas į Pietus, polius** (jie nustatomi leidžiant magnetui išsidėstyti išilgai Žemės **magnetinio lauko***). Visi magnetai turi vienodą skaičių abiejų rūšių polių. **Pirmasis magnetizmo dėsnis** teigia, kad įvairiarūšiai poliai vienas kitą traukia, o vienarūšiai — stumia.



•**Magnetinė ašis**. **Šiaurinį** ir **pietinį magnetinius polius** jungianti tiesė, kurios atžvilgiu **magnetinis laukas*** simetriškas.



•**Feromagnetikas (feromagnetinė medžiaga)**. Taip vadinamos stiprios magnetinės (t. y. lengvai įmagnetinamos) medžiagos. Geležis, nikelis, kobaltas ir jų lydiniai yra feromagnetikai. Jie būna **kietamagnečiai** bei **minkštamagnečiai**. **Sukepintosios** medžiagos (kietosios medžiagos, kuriomis virsta kaitinami ir slegiami įvairūs minėtų metalų miltelių mišiniai) gali būti kietamagnetės arba minkštamagnetės. Tai priklauso nuo naudojamų metalų.

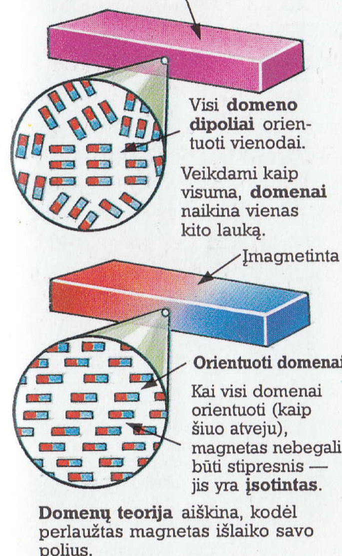
•**Magnetinis kietumas**. Apibūdina **feromagnetinę** medžiagą, kuri įmagnetinta lengvai nepraranda magnetizmo, pvz., plienas. Iš jos pagaminti magnetai vadinami **nuolatiniais magnetais**.

•**Magnetinis minkštumas**. Apibūdina **feromagnetinę** medžiagą, kuri įmagnetinta neišlaiko magnetizmo, pvz., geležis. Iš jos pagaminti magnetai vadinami **laikinaisiais magnetais**. Minkštamagnetėms medžiagoms būdingas labai mažas **liktinis magnetizmas**.



*Elektromagnetas, 75; Elektronai, 83; Magnetinė jėga, 6; Magnetinis laukas, 72; Pietinis magnetinis polius, 73; Šerdis, 74; Šiaurinis magnetinis polius, 73.

•**Jautris**. Medžiagos gebėjimo tapti įmagnetinta matas. **Feromagnetinių** medžiagų jautris didelis.



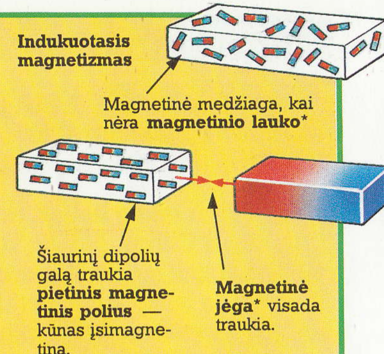
Domenų teorija aiškina, kodėl perlaužtas magnetas išlaiko savo polius.

Susidaro du magnetai, kurių kiekvienas turi **šiaurinį** ir **pietinį polių**.

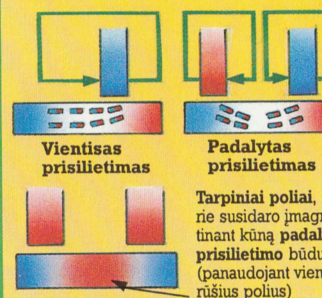
•**Magnetizmo domenų teorija**. Ji teigia, kad **feromagnetinės medžiagos** sudarytos iš **dipolių**, arba **molekulinių magnetų**, kurie sąveikauja tarpusavyje. Visi dipoliai tvarkingai išsidėstę viena kryptimi tam tikrose srityse, vadinamose **domenais**. Kai domenai tampa orientuoti (t. y. išsidėsto viena kryptimi), feromagnetinė medžiaga įsimagnetina.

Įmagnetinimas

Atsidūręs **magnetiniame lauke***, kūnas įmagnetėja — visi **dipoliai** tampa orientuoti viena kryptimi (žr. **domenų teoriją**). Šis reiškinys vadinamas **indukuotuoju magnetizmu**.



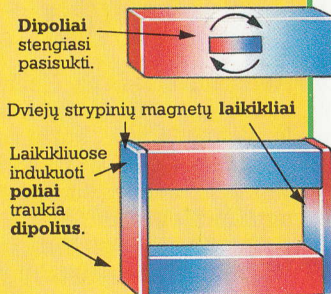
•**Vientisas prisilietimas**. Kūno įmagnetinimas braukant per jį vieno **nuolatinio** (žr. **magnetinį kietumą**) **magneto poliumi**. Kūno magnetizmas indukuojamas magneto **magnetiniu lauku***.



•**Padalytas prisilietimas**. Kūno įmagnetinimas braukant per jį nuo centro į pakraščius dviejų **nuolatinių magnetų** (žr. **magnetinį kietumą**) priešingais **poliais**. Kūno magnetizmas indukuojamas magnetų **magnetiniu lauku***.

•**Išmagnetinimas**. Kūno įmagnetinimo panaikinimas. Tai galima padaryti įnešant kūną į kintamąjį **magnetinį lauką***. Tokį lauką gali sukurti ritė, kuria teka **kintamoji srovė***. Galimi ir alternatyvūs būdai — **dipoliai** (žr. **magnetizmo domenų teoriją**) orientuojami netvarkingai, sukrečiant magnetą arba pakaitinant jį iki aukštesnės kaip 700 °C temperatūros.

•**Savaiminis išsimagnetinimas**. Magneto įmagnetėjimo praradimas dėl **dipolių** (žr. **magnetizmo domenų teoriją**) priešingų magneto **polių** traukos. Kad sumažėtų išsimagnetinimas, minkštosios geležies gabalėliai (vadinami **laikikliais**) išdėstomi taip, kad poliai sudarytų uždarą kontūrą.

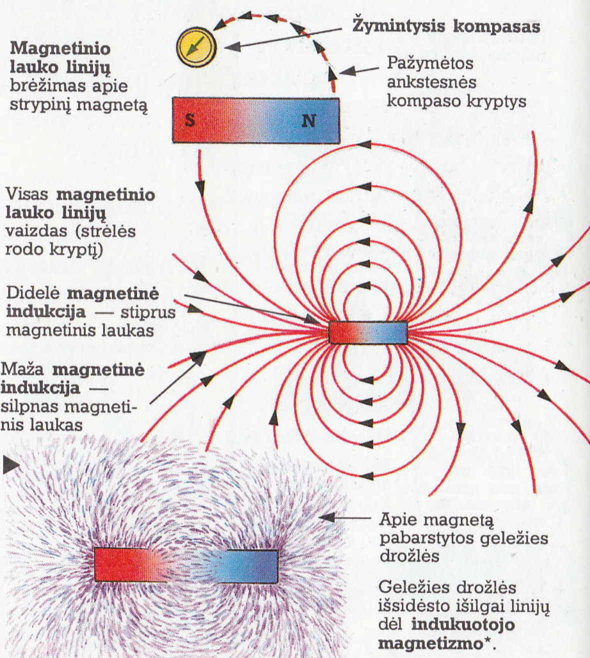


*Kintamoji srovė, 61; Magnetinė jėga, 6; Magnetinis laukas, 72.

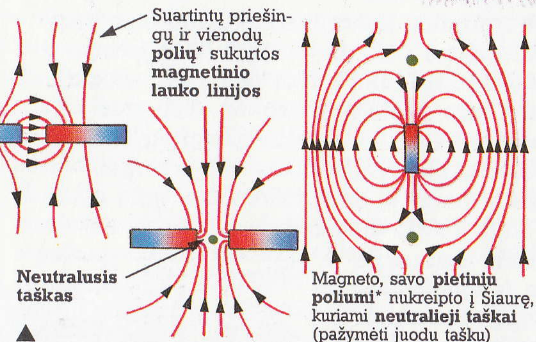
Magnetiniai laukai

Magnetinis laukas — tai substancija, perduodanti magnetinę sąveiką. Ji apima tam tikrą sritį aplink **magnetą** (žr. p. 70), kurioje kūnus traukia **magnetinė jėga***. Magnetinio lauko didumą ir kryptį rodo **magnetinio lauko linijos**.

•**Magnetinio lauko linijos**, arba **indukcijos linijos**. Linijos, kurios nurodo aplink magnetą esančio magnetinio lauko kryptį bei didumą (žr. **magnetinę indukciją**). Lauko kryptis yra ta, kuria šiame lauke nukryptų jo veikiamas **šiaurinis polius***. Magnetinio lauko linijas galima nubrėžti pabarsčius apie magnetą geležies drožlių arba įvairiuose taškuose užfiksavus **žyminčiojo kompaso** (mažo kompaso, neturinčio nužymėtų krypčių) rodomas kryptis.



•**Magnetinė indukcija**, arba **magnetinio srauto tankis**. Magnetinio lauko didumo matas tam tikrame taške. Jį rodo atstumas tarp **magnetinio lauko linijų**. Magnetinė indukcija paprastai yra didžiausia ties magneto **poliais***.



•**Neutralusis taškas**. Nulinio magnetinio lauko taškas (jame **magnetinė indukcija** lygi nuliui). Jis atsiranda tada, kai sąveikauja du ar daugiau magnetinių laukų, kurių poveikis vienodo stiprumo, bet priešingų krypčių. Išilgai **magnetinio dienovidinio** orientuotas strypinis magnetas, savo **pietiniu poliumi*** nukreiptas į Šiaurę, turi du neutraliuosius taškus tiesėje, sutampančioje su **magnetine ašimi***.

•**Diamagnetizmas**. Magnetizmas, būdingas kai kurioms į stiprų magnetinį lauką patekusioms medžiagoms. Diamagnetinės medžiagos gabalas stengiasi išsklaidyti **magnetinio lauko linijas** ir išsidėsto savo ilgąja dalimi statmenai joms. Reiškinį sukelia trikdomas **elektronų*** judėjimas.

•**Paramagnetizmas**. Magnetizmas, būdingas kai kurioms į stiprų magnetinį lauką patekusioms medžiagoms. Paramagnetinės medžiagos gabalas stengiasi sukoncentruoti kertančias jį **magnetinio lauko linijas** ir išsidėsto savo ilgąja dalimi išilgai šių linijų. Reiškinį sukelia **dipoliai***, šiek tiek pajudėję rikiavimosi į liniją kryptimi.

*Dipolis, 71; Elektronai, 83; Indukuotasis magnetizmas, 71; Magnetinė ašis, 70; Magnetinė jėga, 6; Polius, 70.

Žemės magnetizmas

Žemė turi magnetinį lauką, kuris veikia taip, lyg jos centre būtų milžiniškas strypinis magnetas, išsidėstęs išilgai jos šiaurinio ir pietinio geografinių polių, nors krypties kampas nuolatos kinta. Kompaso **šiaurinis polius*** nukreiptas į tašką, vadinamą **šiauriniu magnetiniu poliumi**, o pietinis polius — **į pietinį magnetinį polių**.

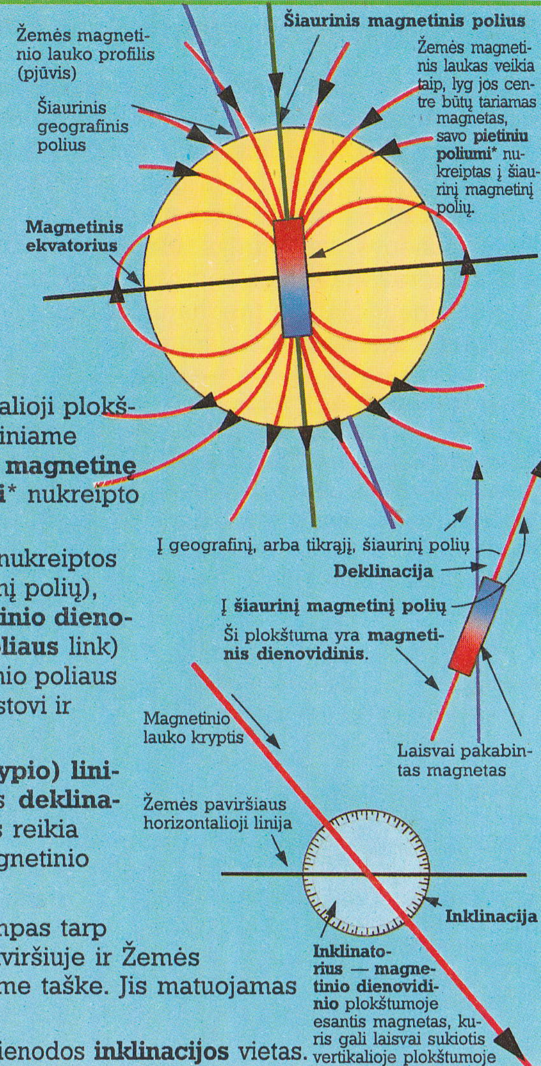
•**Magnetinis dienovidinis**. Vertikalioji plokštuma, einanti per Žemės magnetiniame lauke laisvai pakabinto magneto **magnetinę ašį*** (t. y. savo **šiauriniu poliumi*** nukreipto į **šiaurinį magnetinį polių**).

•**Deklinacija**. Kampas tarp tiesės, nukreiptos į tikrąją šiaurę (į šiaurinį geografinį polių), ir tiesės, einančios išilgai **magnetinio dienovidinio** (**šiaurinio magnetinio poliaus** link) duotame taške. Šiaurinio magnetinio poliaus padėtis ilgainiui kinta, todėl nepastovi ir deklinacija.

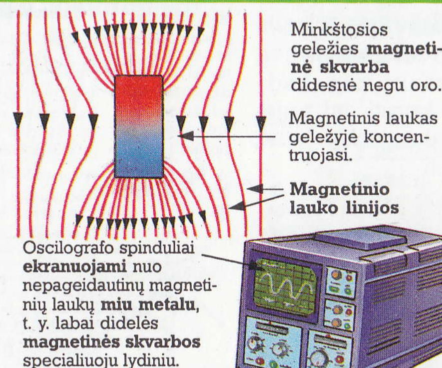
•**Izogonaliosios (vienodo nuokrypio) linijos**. Linijos, jungiančios vienodos **deklinacijos** vietas. Laikas nuo laiko jas reikia perbraižyti, nes kinta Žemės magnetinio lauko kryptis.

•**Inklinacija**, arba **nuosvyris**. Kampas tarp horizontaliosios linijos Žemės paviršiuje ir Žemės magnetinio lauko krypties duotame taške. Jis matuojamas **inklinatoriumi** (žr. paveikslą).

•**Izoklininė linija**. Linija, jungianti vienodos **inklinacijos** vietas.



•**Magnetinė skvarba**. Medžiagos gebėjimo „praleisti“ magnetinį lauką matas. Minkštosios geležies magnetinė skvarba yra daug didesnė nei oro, taigi magnetinis laukas geležyje stengiasi koncentruotis.

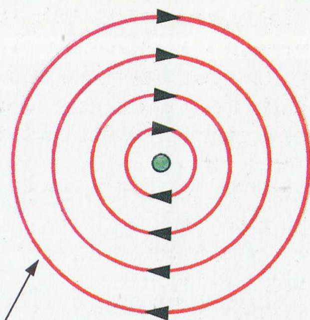


•**Ekranavimas**, arba **uždengimas skydu**. Minkštosios geležies naudojimas magnetiniam laukui užstoti, kad šis nepatektų į vieną ar kitą tašką, kuomet šis laukas „nuvedamas“ tolyn. Ekranavimas taikomas jautriuose prietaisuose, pvz., oscilografuose.

*Magnetinė ašis, Polius, 70.

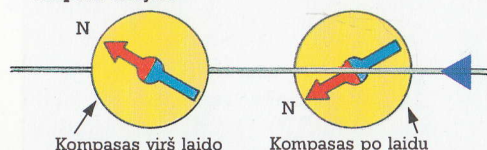
Elektromagnetizmas

Tekėdama laidu, elektros srovė apie jį sukuria **magnetinį lauką** (žr. p. 72—73), kurio forma priklauso nuo laido formos ir tekančios srovės stiprio. Šį magnetinį lauką galima pavaizduoti panašiai kaip ir **nuolatinių magnetų*** lauką. Toks reiškinys, vadinamas **elektromagnetizmu**, taikomas labai galinguose magnetuose, taip pat naudojamas mechaniniam judesiui sukelti elektros srove.


Laido, kuriuo srovė teka statmenai popieriaus lapui, kuriamo **magnetinio lauko** skerspjūvis (srovė teka nuo mūsų)

• **Ampero taisyklė**. Ji teigia, kad netoli laido, kuriuo teka srovė, padėtos kompaso rodyklės šiaurinis galas nukrypsta įsivaizduojamo žmogaus, plaukiančio srovės tekėjimo kryptimi ir atsigręžusio į tą laidą, kairės rankos link.

Ampero taisyklė



• **Maksvelo sraigto taisyklė**. Ji teigia, kad apie laidą, kuriuo teka srovė, susidariusio magnetinio lauko kryptis sutampa su dešiniojo sraigto galvutės sukimosi kryptimi, kai tas sraigtas slenka srovės tekėjimo kryptimi.

Maksvelo sraigto taisyklė



• **Dešiniosios rankos taisyklė**. Ji teigia: jeigu laidą, kuriuo teka srovė, paimsime į dešiniąją ranką taip, kad nykštys rodytų srovės kryptį, tai apie tą laidą susidariusio magnetinio lauko kryptis sutaps su kryptimi, einančia nuo delno pirštų galų link.



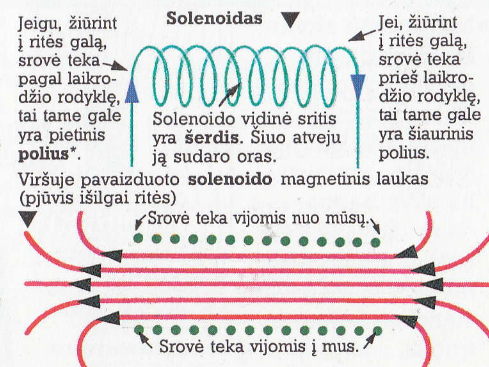
Dešiniosios rankos taisyklė

• **Ritė**. Daugybė laidininko, kuriuo teka srovė, vijų, apsuktų apie tam tikros formos medžiagos gabalą (**karkasą**). Ritė gali būti dviejų rūšių: **plokščioji ritė** ir **solenoidas**.

• **Plokščioji ritė**. Laidininko **ritė**, kurios ilgis daug mažesnis nei jos skersmuo.

• **Solenoidas. Ritė**, kurios ilgis daug didesnis už jos skersmenį. Solenoido kuriamas magnetinis laukas panašus į strypinio magneto lauką. **Polių*** padėtis priklauso nuo srovės krypties (žr. brėžinį).

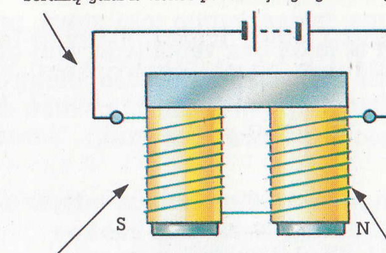
• **Šerdis. Ritės** centre esanti medžiaga, lemianti lauko stiprį. Minkštosios **feromagnetinės medžiagos***, dažniausiai minkštoji geležis, sukuria stipriausią magnetinį lauką ir naudojamos **elektromagnetuose**.



*Feromagnetikas, 70; Nuolatiniai magnetai, 70 (Magnetinis kietumas); Polius, 70.

• **Elektromagnetas. Solenoidas**, turintis minkštos, stipriai **feromagnetinės*** medžiagos **šerdį**. Jis sudaro magnetą, kuris įjungiamas arba išjungiamas, paprasčiausiai paleidžiant solenoidu srovę arba ją nutraukiant. Praktikoje naudojami elektromagnetai konstruojami taip, kad priešingieji jų **poliai*** būtų išdėstyti netoli vienas kito ir sukurtų stiprų magnetinį lauką. Elektromagnetai įtaisomi daugelyje prietaisų. Keletas jų apibūdinti toliau.

Iš dviejų **solenoidų** sudarytas **elektromagnetas** (jo geležinių **šerdžių** galai iš vienos pusės sujungti geležies gabalėliu)



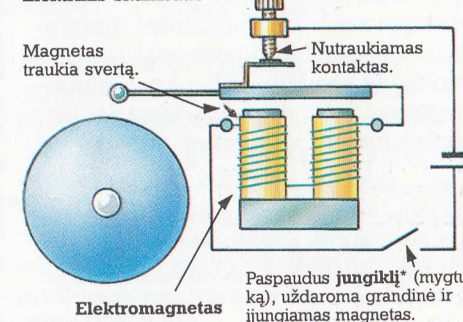
Laidas užvyniotas ant šerdžių priešingomis kryptimis, kad susidarytų priešingi **poliai***.

Elektromagnetų taikymas

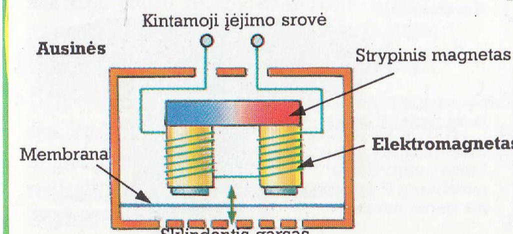
Elektromagnetai įtaisomi daugelyje prietaisų. Visų jų veikimas pagrįstas elektromagnetų savybe traukti metalus. Taigi elektromagnetuose **elektros energija*** paverčiama **mechanine energija***. Toliau pateiktuose dviejuose pavyzdžiuose garso energija kuriama iš mechaninės energijos.

• **Elektrinis zirzeklis**, arba **zumeris**. ▶ Įrenginys, kuris, naudodamas **nuolatinę srovę***, sukelia zirziantį triukšmą. **Elektromagnetas** traukia į save metalinį svertą ir šis judėdamas išjungia elektromagneto srovės grandinę. Tada svertas grįžta į pradinę padėtį, ir viskas kartojasi iš naujo. **Elektriniuose skambučiuose** prie sverto pritvirtinamas plaktukėlis, kuris periodiškai smūgiuoja į skambutį.

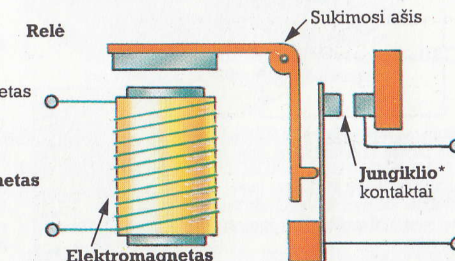
Elektrinis skambutis



• **Ausinės**. Įrenginys, elektrinius signalus verčiantis garso bangomis. **Nuolatinis magnetas*** traukia metalinę membraną, bet šios traukos stipris keičiasi kintant **elektromagneto** rite tekančiai srovei (įėjimo signalui). Taigi membrana virpa sukeldama garso bangas.



• **Relė**. Įrenginys, kuriame **jungiklį*** įjungia **elektromagnetas**. Palyginti silpna elektromagneto **ritės** srovė gali būti naudojama stipriai srovei įjungti, kai grandinės nesusietos elektriškai.



*Elektros energija, 9; Feromagnetikas, 70; Jungiklis, 64; Mechaninė energija, 9; Nuolatinė srovė, 60; Nuolatiniai magnetai, 70 (Magnetinis kietumas); Polius, 70.

Elektros varikliai (elektromagnetų temos tęsinys)

Sakykime, laidas, kuriuo teka srovė, patalpinamas magnetiniame lauke. Tuomet tą laidą ima veikti jėga, kuri gali priversti jį judėti. Šis reiškinys taikomas **elektros varikliuose, elektros energiją*** verčiančiuose **mechanine energija***. Taip pat jį galima naudoti srovei matuoti (žr. p. 77), nes jėga priklauso nuo srovės stiprio.

- **Flemingo kairiosios rankos taisyklė**, arba tiesiog **kairiosios rankos taisyklė**. Laidą, kuriuo teka srovė, magnetiniame lauke veikiančios jėgos kryptį galima rasti pagal kairiosios rankos taisyklę (žr. brėžinį).

Flemingo kairiosios rankos taisyklė ▶



- **Elektros variklis.** Įrenginys, kuris **elektros energiją*** verčia **mechanine energija***. Paprasčiausią variklį sudaro magnetiniame lauke galinti laisvai suktis kvadrato formos plokščia **ritė***, kuria teka srovė (žr. brėžinį). Variklyje atsiranda **priešpriešinė elektrovara***, kuri priešinasi elektrovarai, sukėlusiai jo judėjimą. Įjungtas variklis iš pradžių veikia kaip **generatorius*** (t. y. ritė, judėdama lauke, kuria priešingos krypties srovę).

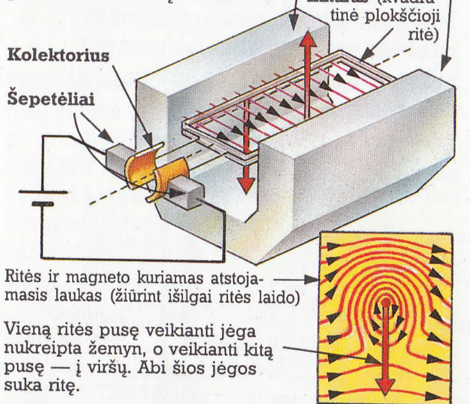
Paprastas **elektros variklis**

Kolektorius. Žiedas, perpjautas į dvi ar daugiau dalių, kuriomis srovė patenka į **elektros variklio ritę*** ir išeina iš jos. Jis užtikrina, kad srovė tekėtų rite teisinga kryptimi ir verstų variklį nuolatos suktis viena kryptimi.

Šepetėliai. Paprastai iš anglies gaminami kontaktai, kuriais srovė **elektros variklyje** pasiekia **kolektorių**.

Pasagiškojo magneto poliai kuria magnetinį lauką.

Inkaras (kvadratinė plokščioji ritė)



Ritės ir magneto kuriamas atstojamasis laukas (žiūrint išilgai ritės laido)

Vieną ritės pusę veikianti jėga nukreipta žemyn, o veikianti kitą pusę — į viršų. Abi šios jėgos suka ritę.

- **Barlou ratas.** Spygliuotas žalvarinis ratas magnetiniame lauke. Srovė įteka į ratą centre, o išteka spygliu, panyrančiu į gyvsidabrį. Ratas sukamas, spygliams panyrant į gyvsidabrį, kuomet srovę veikia jėga.
- **Lauko**, arba **žadinimo, apvijos.** Aplink išorinę elektros variklio dalį išdėstytos **ričių*** sistemos, kurios pakeičia nuolatinį magnetą ir sukuria stipresnį magnetinį lauką. Dėl to padidėja variklio galia.
- **Garsiakalbis.** Įrenginys, kuris elektrinius signalus verčia **garso bangomis***. Jį sudaro **ritė***, esanti radialiajame magnetiniame lauke (laukas bet kuriame taške nukreiptas į centrą) ir pritvirtinta prie popierinio kūgio. Kintant rite tekančiai srovei, pati ritė tai išeina iš lauko, tai vėl į jį sugrįžta (žr. brėžinį). Popierinis kūgis virpina orą, kurdamas garso bangas, kurios priklauso nuo srovės stiprio ir dažnio.

Garsiakalbis



Du magneto poliai kuria radialųjį lauką.

Ritė* juda aukštyn ir žemyn, virpindama membraną ir sukeldama garso bangas.

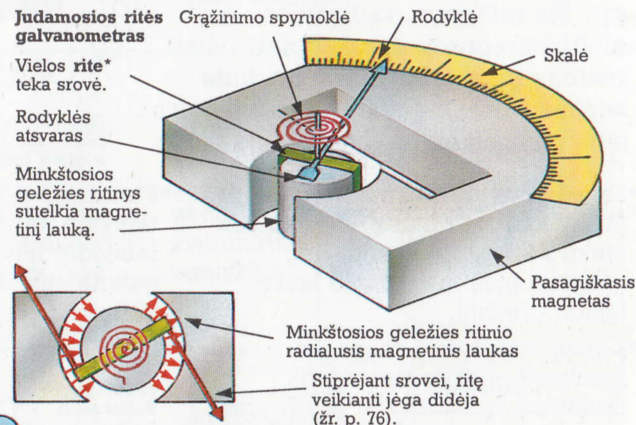
*Elektros energija, 9; Garso bangos, 40; Generatorius, 78; Mechaninė energija, 9; Priešpriešinė elektrovara, 60 (Elektrovara); Ritė, 74.

Elektriniai matuokliai

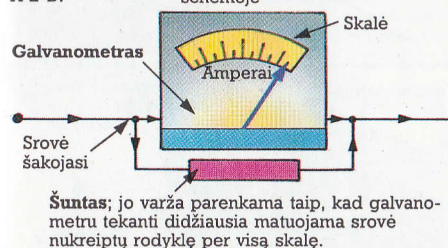
Srovę galima aptikti magnetu, laisvai pakabintu šalia laido. Laidas nukrypsta. Ši idėja taikoma prietaise (**matuoklyje**), kurio rodyklės nuokrypis skalėje rodo srovės stiprį. Srovę matuojantis prietaisas gali būti pritaikytas ir **potencialų skirtumui*** (**įtampai**) matuoti.

- **Galvanometras.** Bet kuris prietaisas, jaučiantis **nuolatinę srovę*** pagal jos magnetinį veikimą. Paprasčiausias galvanometras yra kompasas, padėtas šalia laido ir tiesiogiai rodantis, ar laidu teka srovė. **Judamosios ritės galvanometruose** panaudojama jėga, veikianti srovę magnetiniame lauke. Nuokrypis stebimas skalėje (žr. brėžinį).

Judamosios ritės galvanometras



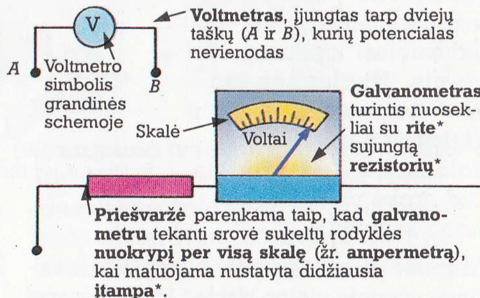
Ampermetras matuoja srovės stiprį tarp taškų *A* ir *B*.



Šuntas; jo varža parenkama taip, kad galvanometru tekanti didžiausia matuojama srovė nukreiptų rodyklę per visą skalę.

- **Ampermetras.** Prietaisas srovės stipriui matuoti, arba **judamosios ritės galvanometras**, sukonstruotas taip, kad tam tikro stiprio srovė priverčia rodyklę nukrypti per visą skalę iki kraštinės padėties. Jei reikia matuoti stipresnę srovę, prijungiamas **šuntas** (žr. brėžinį). Dabar rodyklės **nuokrypį per visą skalę** sukelia stipresnė srovė.
- **Voltmetras.** Prietaisas **įtampai*** matuoti. Tai gali būti **galvanometras**, sujungtas **nuosekliai*** su didelės **varžos*** rezistoriumi ir įjungtas tarp dviejų grandinės taškų. Tam tikra įtampa sukelia srovę, kurią rodo **per visą skalę nukrypusi** rodyklė (žr. **ampermetrą**). Jeigu reikia išmatuoti didesnę įtampą, prie galvanometro nuosekliai prijungiama **priešvaržė** (žr. brėžinį).

Voltmetras, įjungtas tarp dviejų taškų (*A* ir *B*), kurių potencialas nevienodas



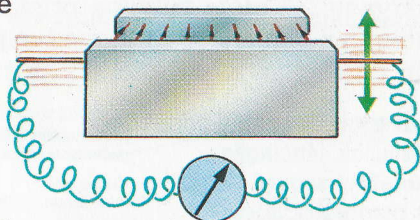
Priešvaržė parenkama taip, kad **galvanometru** tekanti srovė sukeltų rodyklės **nuokrypį per visą skalę** (žr. **ampermetrą**), kai matuojama nustatyta didžiausia **įtampa***.

- **Universalusis matuoklis. Galvanometras** su **šuntais** (žr. **ampermetrą**) ir **priešvaržėmis** (žr. **voltmetrą**), reikalingais srovei ir **įtampai*** matuoti.
- **Matuoklis** su **judančia geležine šerdimi. Matuoklis**, kuriame matuojamoji srovė įmagnetina du vienas kitą traukiančius arba stumiančius geležies gabalus ir priverčia rodyklę pakrypti.

*Įtampa, 58 (Potencialų skirtumas); Nuolatinė srovė, 60; Nuoseklusis jungimas, 64; Rezistorius, 62; Ritė, 74.

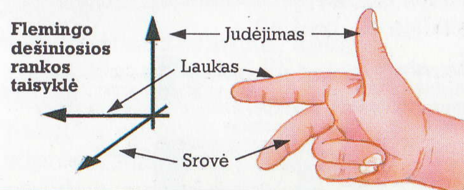
Elektromagnetinė indukcija

M. Faradėjus (M. Faraday) nustatė: kaip tekanti magnetiniame lauke srovė išjudina laidininką, (žr. p. 76), taip ir **laidininkas***, judėdamas magnetiniame lauke, sužadina savyje **elektrovarą***. Šis reiškinys, vadinamas **elektromagnetine indukcija**, vyksta visuomet, kai laidininkas atsiduria kintamajame magnetiniame lauke arba juda pastoviame magnetiniame lauke.

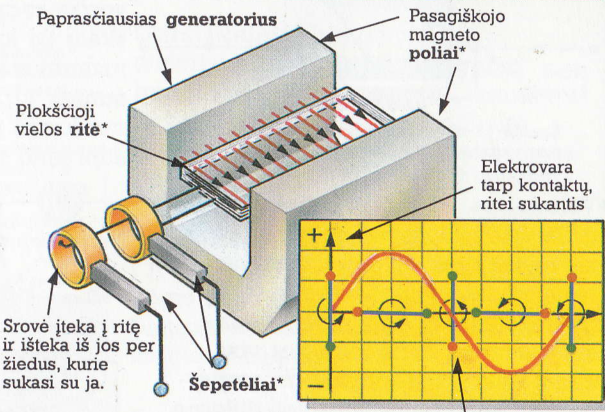


Elektrovara*, indukuota magnetiniame lauke judančiame laide, sukuria srovę, tekančią **galvanometru***.

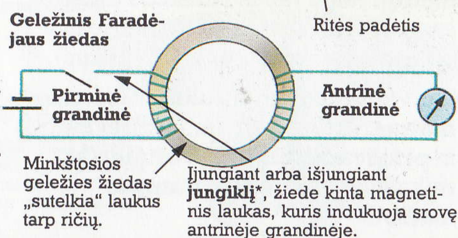
- **Faradėjaus indukcijos dėsnis**. Jis teigia, kad **laidininke*** indukuotos elektrovaros didumas tiesiog proporcingas magnetinio lauko kitimo greičiui.
- **Lenco taisyklė**. Ji teigia, kad indukcinė elektrovara visada priešinasi ją sukėlusiai priežasčiai, pvz., **elektros variklyje***, kuris veikia kaip **generatorius**, atsiranda elektrovara, besipriešinanti variklį varančiai elektrovarai.
- **Flemingo dešiniosios rankos taisyklė**, arba **generatoriaus taisyklė**. Indukuotosios srovės kryptį galima nustatyti pagal dešiniąją ranką, žinant magnetinio lauko bei judėjimo kryptį (žr. brėžinį).



- **Generatorius**. Įrenginys, verčiantis **mechaninę energiją*** elektros srovės energija. Paprasčiausią generatorių (žr. brėžinį) sudaro **ritė***, kuri sukasi magnetiniame lauke. Joje indukuojasi kintamoji elektrovara. **Nuolatinės srovės*** generatorius, kaip ir **elektros variklis***, turi **kolektorių***, o tai reiškia, kad srovė visada teka viena kryptimi.



- **Abipusė indukcija**. Elektrovaros indukavimas vienoje vielos **ritėje*** kintant srovei kitoje ritėje. Kintamoji srovė kuria kintamąjį magnetinį lauką, kuris indukuoja srovę ritėje, esančioje tame magnetiniame lauke. Pirmą kartą tai buvo pademonstruota su **geležiniu Faradėjaus žiedu**.

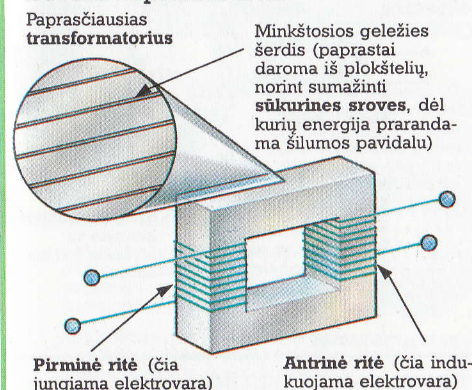


*Elektros laidininkas, 56; Elektros variklis, 76; Elektrovara, 60; Galvanometras, 77; Jungiklis, 64; Kolektorius, 76; Mechaninė energija, 9; Nuolatinė srovė, 60; Polius, 70; Ritė, 74; Šepetėliai, 76.

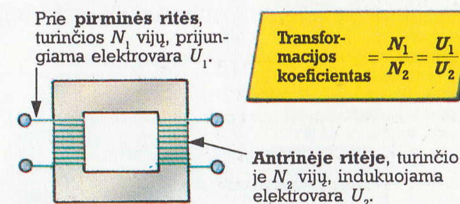
- **Saviindukcija**. Elektrovaros indukavimas vielos **ritėje*** kintant ja tekančiai srovei. Pavyzdžiui, išjungus rite tekančią srovę, magnetinis laukas pradeda kisti ir šis kitimas sukuria ritėje elektrovarą. Kai kada ji būna gerokai didesnė už srovę sukėlusią įtampą.
- **Sūkurinės srovės**, arba **Fuko srovės**. Elektros srovės, atsirandančios metalo gabale, kuris yra kintamajame magnetiniame lauke (net jei metalas nėra grandinės dalis). Sūkurinės srovės gali išskirti nepageidautiną šiluminę energiją, pvz., **transformatoriaus** šerdyje.

Transformatoriai

Transformatorių sudaro dvi vielos ritės, suvyniotos ant tos pačios minkštos **feromagnetinės*** medžiagos **šerdies***. Jis naudojamas kintamajai vienos ritės elektrovarai keisti kitokia kitos ritės elektrovara, pvz., elektros tiekimo tinkle (žr. p. 61). Gerai sukonstruotame transformatoriuje energija tarp dviejų grandinių beveik neprarandama.

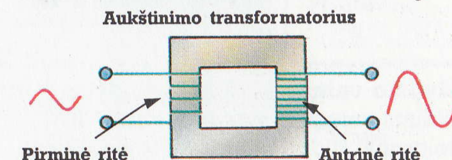


- **Pirminė ritė**. **Transformatoriaus ritė***, prie kurios jungiama kintamoji elektrovara, norint sukurti elektrovarą **antrinėje ritėje**.
- **Antrinė ritė**. **Transformatoriaus ritė***, kurioje indukuojama elektrovara, prijungus kintamąją elektrovarą prie **pirminės ritės**. Kai kurie transformatoriai turi dvi ar daugiau antrinių ričių.
- **Transformacijos koeficientas**. **Pirminės ritės** vijų skaičiaus ir **antrinės ritės** vijų skaičiaus santykis. Jis taip pat lygus pirminės bei antrinės ritės elektrovarų santykiui.



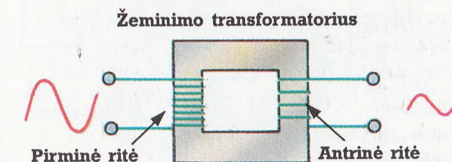
- **Aukštinimo transformatorius**. **Transformatorius**, kurio **antrinės ritės** elektrovara didesnė už **pirminės ritės** elektrovarą. **Transformacijos koeficientas** mažesnis už vienetą.

Aukštinimo transformatorius



- **Žeminimo transformatorius**. **Transformatorius**, kurio **antrinės ritės** elektrovara mažesnė už **pirminės ritės** elektrovarą. **Transformacijos koeficientas** didesnis už vienetą.

Žeminimo transformatorius



*Feromagnetikas, 70; Ritė, Šerdis, 74.

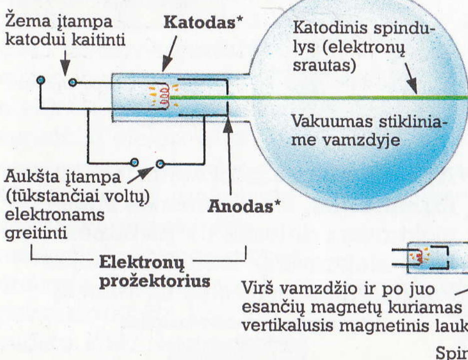
Katodiniai spinduliai (elektronų pluoštai)

Katodinis spindulys (elektronų pluoštas) — tai nenutrūkstamas **elektronų** (neigiamųjų elektringųjų dalelių; žr. p. 88) srautas, sklindantis mažo slėgio dujose ar vakuume. Jis atsiranda, kai elektronai išlaisvinami iš **katodo*** ir traukiami **anodo***. Katodiniai spinduliai taikomi daugelyje sričių — nuo **Rentgeno spindulių*** šaltinio iki **televizijos**. Visais atvejais naudojamas tam tikros formos stiklinis vamzdis (vadinamas **elektroniniu vamzdžiu**), pripildytas mažo slėgio dujų ar vakuumo, kad spinduliai galėtų sklisti. Paprastai elektronus spinduliuoja **elektronų prožektorius (elektronų patranka)**, kuris sudaro vamzdžio dalį.

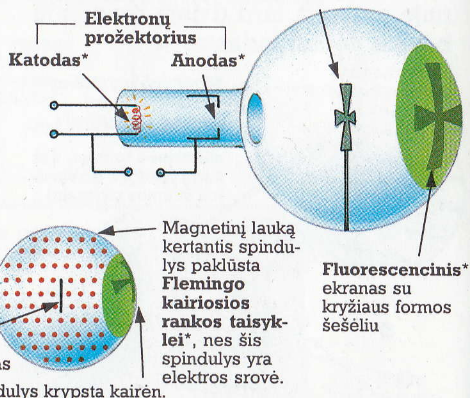
• **Elektronų prožektorius**. Įrenginys, sukuriantis nenutrūkstamą elektronų srautą (katodinį spindulį). Prožektorių sudaro kaitinamas **katodas*** ir **anodas***. Katodas elektronus spinduliuoja (šis reiškinys vadinamas **termoelektroninė emisija**), o anodas juos traukia suformuodamas spindulį.

• **Maltos kryžiaus vamzdis**. **Elektroninis vamzdis**, kuriame katodinių spindulių kelią užstoja kryžius, metantis šešėlį ant vamzdžio gale esančio **fluorescencinio*** ekrano.

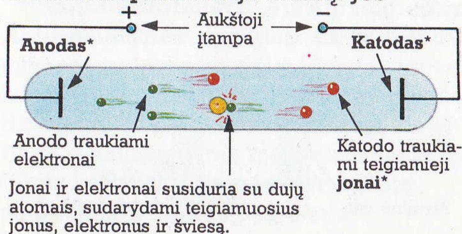
Tipiškas eksperimentinis elektroninis vamzdis



Maltos kryžiaus vamzdis Vamzdyje įtvirtintas kryžius

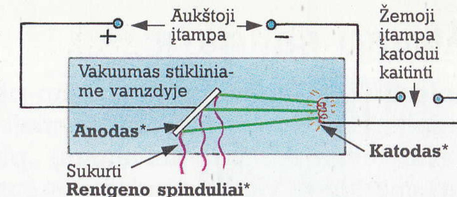


• **Išlydžio vamzdis**. Dujų pripildytas stiklinis vamzdis, kuriame **jonai*** ir elektronai dideliais greičiais juda juos traukiančių **elektrodų*** link. Lėkdami jie susiduria su dujų atomais ir suskaido juos į naujus jonus bei elektronus, o kartu išspinduliuoja šviesą. Jos spalva pareina nuo naudojamų dujų, pvz., neonas švyti oranžine šviesa (naudojamas reklaminėse iškabose), gyvsidabrio garai — mėlynai žalia (naudojami gatvėms apšviesti). Išlydžio vamzdžiai elektros energijos paprastai vartoja 5 kartus mažiau nei kiti apšvietimo prietaisai. **Fluorescencinis vamzdis** — tai išlydžio vamzdis, pripildytas gyvsidabrio garų ir skleidžiantis **ultravioletinius spindulius***. Šie krinta į vidinį vamzdžio paviršių, padengtą specialiais milteliais, kurie spinduliuoja **regimąją šviesą*** (žr. **fluorescenciją**, p. 45).



*Anodas, 66 (Elektrodas); Flemingo kairiosios rankos taisyklė, 76; Fluorescencija, 45; Jonai, 88 (Jonizacija); Katodas, 66 (Elektrodas); Regimoji šviesa, 45; Rentgeno spinduliai, Ultravioletiniai spinduliai, 44.

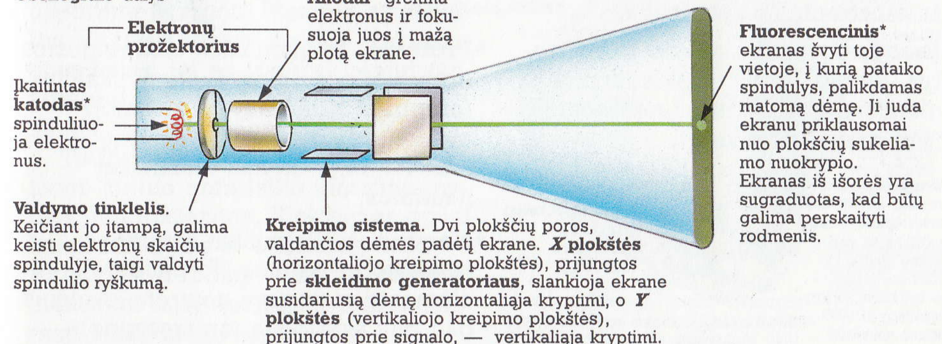
• **Rentgeno vamzdis**. Specialus **elektroninis vamzdis**, naudojamas **Rentgeno spinduliams*** žadinti. Katodinis spindulys krinta į volframinį vamzdžio taikinį, kuris staiga stabdo elektronus. Dėl to atsiranda Rentgeno spinduliai.



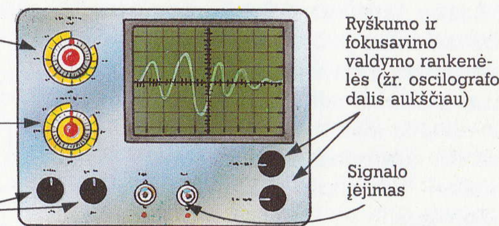
Elektroninis oscilografas

Elektroninis oscilografas (**EO**) — įrenginys, naudojamas srovės ir **potencialų skirtumo*** analizei. Iš **elektronų prožektoriaus** sklindantis katodinis spindulys **fluorescenciniame*** ekrane suformuoja dėmę. Paprastai spindulys periodiškai slenka vidine ekrano puse pasirinktu greičiu, taip palikdamas matomą iš priekio pėdsaką. Kai tiriamas signalas prijungiamas prie oscilografo, vertikalioji spindulio padėtis priklauso nuo signalo stiprio, o pėdsakas ekrane rodo jo kitimą laikui bėgant.

Oscilografo dalys

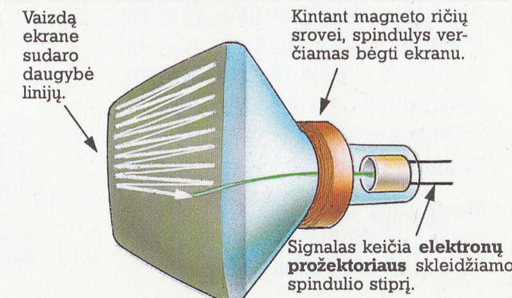


Oscilografo valdymas



Televizija

Televizijos vaizdas atgaminamas **elektroniniame vamzdyje**, kuriame katodinis spindulys bėgioja skersai ekrano. Kintantis signalas, prijungtas prie vamzdžio, keičia katodinio spindulio stiprį, todėl skirtingos ekrano vietos šviečia įvairiu intensyvumu, atitinkančiu spindulio stiprį, ir taip sukuria vaizdą.

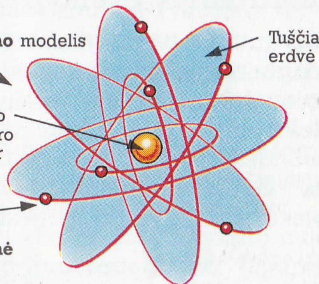


*Anodas, 66 (Elektrodas); Fluorescencija, 45; Katodas, 66 (Elektrodas); Potencialų skirtumas, 58; Rentgeno spinduliai, 44.

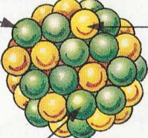
Atomo sandara

Apie fizikinę atomo prigimtį (taip pat žr. p. 4) labai daug sužinota nuo tų laikų, kai graikų filosofai pirmieji iškėlė idėją, jog visos medžiagos sudarytos iš pirminių nematomų „plytelių". Dabar jau aišku, kad atomai turi sudėtingą vidinę sandarą — susideda iš daugelio skirtingų mažesnių dalelių (**subatominių dalelių**) bei didelės dalies tuščios erdvės.

•**Rezerfordo ir Boro atomas.** Atomas, pavaizduotas kaip „Saulės sistema". Tokį atomo modelį 1911 m. pasiūlė E. Rezerfordas (Rutherford) ir N. Boras (Bohr). Dabar žinoma, kad jis nėra korektiškas (elektronai neturi taisyklingų „orbitų"; žr. **elektroninius apvalkalus**).



•**Branduolys**, arba **atomo branduolys**. Atomo šerdis, susidedanti iš glaudžiai išsidėsčiusių **nukleonų** (**protonų** ir **neutronų**).



•**Protonai**. Teigiamosios elektringosios **branduolio** dalelės. Protonų skaičius (**atominis skaičius**) identifikuoja elementą ir yra lygus elektronų skaičiui, taigi atomai elektriškai neutralūs.

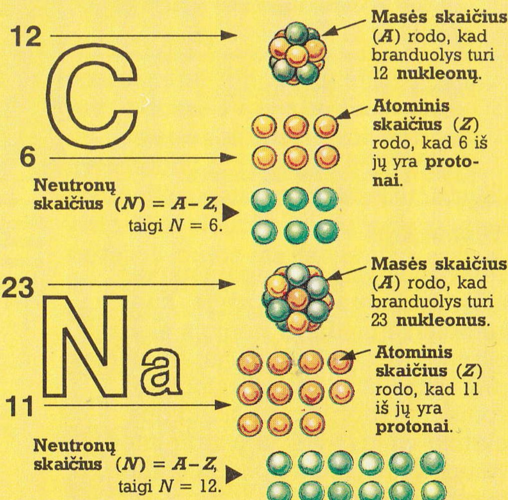
•**Neutronai**. Elektriškai neutralios **branduolio** dalelės. To paties elemento atomuose neutronų skaičius gali būti skirtingas (žr. **izotopus**).

•**Masės skaičius** (*A*). Bendras **branduolio protonų** ir **neutronų** (kartu vadinamų **nukleonais**) skaičius. Jis yra sveikasis skaičius, artimiausias atomo **santykinei atominei masei** ir svarbus skiriant **izotopus**.

•**Atominis skaičius** (*Z*). **Protonų** skaičius branduolyje (taigi ir apie branduolį skriejančių **elektronų** skaičius). Visi atomai, kurių atominis skaičius vienodas, yra to paties elemento (žr. **izotopus**).

•**Neutronų skaičius** (*N*). **Neutronų** skaičius **branduolyje**. Taip pat žr. grafiką, p. 87.

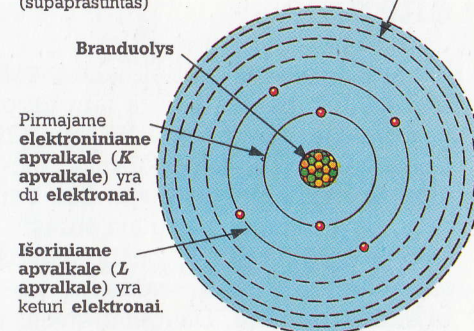
Masės skaičius ir **atominis skaičius** dažnai rašomi kartu su elemento simboliu:



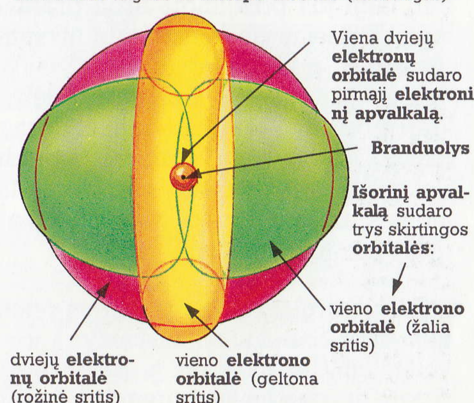
•**Elektronai**. Dalelės, kurių krūvis neigiamas, o masė labai maža. Jos juda apie **branduolį elektroniniuose apvalkaluose**. Taip pat žr. **protonus**.

•**Elektroniniai apvalkalai**, arba **energijos lygmenys**. Apie **branduolį** su judančiais **elektronais** susidariusios erdvės sritys. Atome jų būna iki septynių (pradedant nuo vidinės srities, jos vadinamos ***K***, ***L***, ***M***, ***N***, ***O***, ***P*** ir ***Q*** **apvalkalais**). Kiekviename apvalkale gali būti tam tikras skaičius elektronų (skaičiuojant nuo vidinio, pirmuosiuose keturiuose — atitinkamai 2, 8, 18 ir 32 elektronai). Kuo toliau nuo branduolio yra apvalkalas, tuo didesnė jo elektronų energija. **Išorinis apvalkalas** — paskutinysis turintis elektronų apvalkalas. Jei jis visiškai užpildytas arba turi **oktetą** (8 elektronus), tai atomas labai stabilus (žr. p. 84).

Tikslios elektronų padėtys apvalkaluose kuriuo nors laiko momentu negali būti nustatytos. Kiekvienas apvalkalas sudarytas iš **orbitalių**, arba **tikimybių debesų** — sričių, kuriose kiekvienu laiko momentu tikimiausia rasti vieną ar du elektronus.

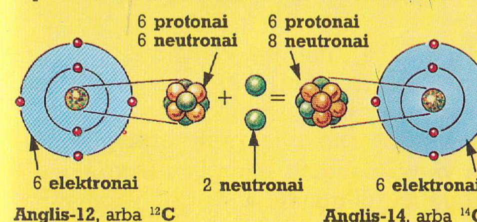


Šiuolaikinis anglies-12 **izotopo** modelis (sudėtingas)



•**Izotopai**. Skirtingos to paties elemento atmainos, kurių atominis skaičius vienodas, o **neutronų skaičius**, taigi ir **masės skaičius**, skirtingas. Izotopus turi visi elementai, net jei gamtoje egzistuoja tik viena jų atmaina (toks elementas yra **vienizotopis**), kitos gali būti sukurtos dirbtinai (žr. **radioizotopus**, p. 86).

Kai reikia nurodyti **izotopus**, kartu su elementų pavadinimais ar simboliais rašomi **masės skaičiai**:



•**Santykinė atominė masė**. Ji taip pat vadinama **atomine mase**. Tai atomo masė, išreikšta **unifikuotu atominės masės vienetu** (**a. m. v.**). Toks vienetas sudaro 1/12 anglies-12 atomo (**izotopo**) masės. Taigi santykinė atominė anglies-12 atomo masė lygi 12 a. m. v., bet visų kitų atomų masės vertė nėra sveikasis skaičius, pvz., aliuminio ji lygi 26,9815 a. m. v.

Santykinė atominė masė atsižvelgia į gamtoje randamus įvairius elemento izotopus. Pvz., gamtiniame chlore trims chloro-35 atomams tenka vienas chloro-37 atomas, todėl santykinė atominė chloro masė (35,453 a. m. v.) proporcinga šių skirtingų izotopų masių vidurkiui.

*__Elektrinė jėga__, 6.

Atominė ir branduolinė energija

Visi daiktai — tiek dideli kūnai, tiek mažiausios dalelės — yra tam tikroje **energinėje būsenoje**, arba tam tikros **potencinės energijos*** („sukauptosios“ energijos) lygmenyje. Dar daugiau, jie visuomet stengiasi surasti žemiausią įmanomą ir pačią stabiliausią energinę būseną, vadinamą **pagrindine būsena**. Daugeliu atvejų tai susiję su tam tikru dalelių persitvarkymu, taigi jos prisijungia arba praranda sudedamąsias dalis, ir visais atvejais išsiskiria „perteklinė“ energija: jei dalelės yra atomai, išsiskiria didelis jos kiekis, jei branduoliai — milžiniškas kiekis. Kuo didesnė atomo ar branduolio **ryšio energija**, tuo stabilesnis tas atomas ar branduolys, vadinasi, tuo mažesnė tikimybė jam pakisti.

• **Ryšio energija**. Energija, kurios reikia atomui ar branduoliui suskaidyti į jo sudedamąsias dalis (žr. p. 82—83). Atomo ar branduolio **potencinė energija*** yra mažesnė už jo dalių, paimtų atskirai, energijų sumą, nes jungdamosi šios dalys pereina į žemesnę (kolektyvinę) **energinę būseną** (žr. įvadą ir **branduolines jėgas**) ir dėl to praranda energijos. Ryšio energija lygi potencinių energijų skirtumui. Ji reikalinga atomui ar branduoliui „grįžti atgal“. Taigi kuo ji didesnė, tuo mažesnė atomo ar branduolio potencinė energija ir tuo didesnis jų stabilumas. Įvairių atomų ir branduolių ryšio energija yra nevienoda.

• **Branduolinės jėgos**. Stiprios traukos jėgos, laikančios branduolio sudedamąsias dalis (**nukleonus***) kartu ir persveriančios **protonų*** stūmos **elektrines jėgas***. Jų veikimas priklauso nuo branduolio dydžio (žr. grafiką), mat jos veikia tik tarp gretimų nukleonų. Kuo stipresnė branduolinių jėgų trauka, tuo didesnė branduolio **ryšio energija** (t. y. tuo daugiau energijos buvo prarasta jungiantis sudedamosioms jo dalims).

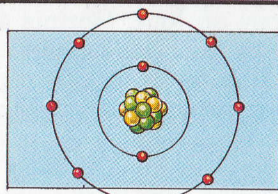
• **Masės defektas**. Atomo ir jo branduolio masė yra mažesnė už atskirų jų dalelių masių sumą. Masių skirtumas vadinamas masės defektu. Tai **potencinės energijos*** masė, kuri prarandama jungiantis dalelėms (žr. **ryšio energiją*** ir formulę toliau).

A. Einšteinas (Einstein) parodė, kad energija susijusi su mase. Taigi bet koks **potencinės energijos*** praradimas taip pat sukelia ir masės sumažėjimą.

Einšteino masės ir energijos formulė:

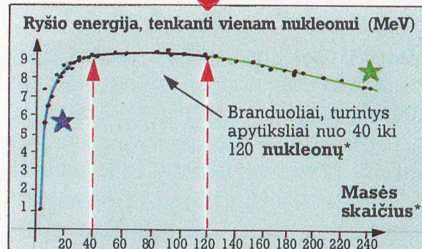
$$E = mc^2;$$

čia E — energija džauliais, m — masė kilogramais, $c = 3 \cdot 10^8$ (šviesos greičio skaitinė vertė, išreikšta metrais sekundei).



Atomas, kurio **išorinis apvalkalas*** yra visiškai užpildytas.

Didžiausias stabilumas, didžiausia **ryšio energija**, arba **ryšio energija, tenkanti vienam nukleonui** (žr. toliau).



Pastaba. **Ryšio energija, tenkanti vienam nukleonui** (pilnutinė ryšio energija, padalyta iš nukleonų skaičiaus), geriau atspindi branduolio stabilumą — vieno branduolio pilnutinė ryšio energija gali būti didesnė už kito, bet jo ryšio energija, tenkanti vienam nukleonui, gali būti mažesnė (žr. dešinėje).

*Elektrinė jėga, 6; Išorinis apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai); Masės skaičius, 82; Nukleonai, 82 (Branduolys); Potencinė energija, 8; Protonai, 82.

• **Kvantinė teorija**. Ji teigia, kad energija perduodama ne nuolatos, bet mažytėmis atskiromis „porcijomis“, vadinamomis **kvantais**. Iš pradžių ši teorija buvo taikoma tik kūnų spinduliuojamai energijai (t. y. **elektromagnetinių bangų*** energijai), tačiau dabar ji apibendrinta visų kitų rūšių energijai (žr. p. 8—9). Elektromagnetiniai kvantai vadinami **fotonais**. Kvantinė teorija toliau teigia, kad fotonų energija proporcinga elektromagnetinės spinduliuotės **dažniui*** (žr. p. 44—45).

Kvantų (fotonų) energija:

$$E = h\nu;$$

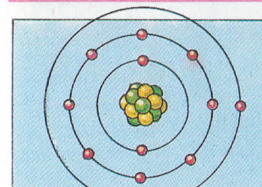
čia E — energija džauliais, h — **Planko konstanta** ($6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s), ν — **dažnis*** hercais.

Elektronvoltas (eV). Atominės energijos vienetas, lygus **kinetinei energijai***, kurią įgyja elektronas, įveikęs 1 V **potencialų skirtumą***.

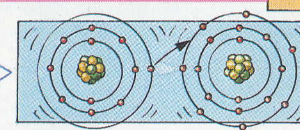
$$1\ \text{eV} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{J}.$$

Megaelektronvoltas (MeV). Branduolinės energijos vienetas, lygus milijonui elektronvoltų.

$$1\ \text{MeV} = 1{,}6 \cdot 10^{-13}\ \text{J}.$$



Išoriniame apvalkale nedaug **elektronų***, arba išorinis apvalkalas beveik užpildytas — trūksta tik vieno ar dviejų elektronų.

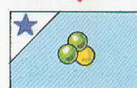


Suartėjus dviem nestabiliems atomams, vyksta cheminė reakcija — perduodami elektronai, t. y. jie rekombinuoja.

Atomo ar branduolio energinės būsenos kitimas — tai atomo ar branduolio **šuolis**. Virsmas, kurio metu pakinta cheminės savybės (t. y. atsiranda kitas elementas), vadinamas **transformacija**.

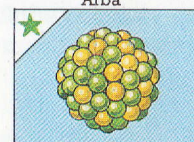
Mažesnis stabilumas, mažesnė ryšio energija arba ryšio energija, tenkanti vienam nukleonui.

Visuomet rezultatas yra energijos („perteklinės“) išsiskyrimas. Dalelės tampa stabilesnės — pilnutinė ryšio energija arba ryšio energija, tenkanti vienam nukleonui, padidėja. Energija išsiskiria kaip šiluma arba dalelių **kinetinė energija***.

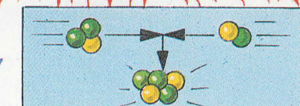


Nedaug **nukleonų***, taigi palyginti didelis paviršiaus plotas. Tik nedaugelis nukleonų (lyginant su bendru jų skaičiumi) patiria **branduolinę** traukos **jėgą**, kuria juos iš visų pusių veikia gretimi nukleonai, todėl suminis branduolinių jėgų poveikis silpnesnis.

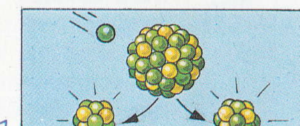
Arba



Labai daug nukleonų. Tai reiškia, jog yra daugiau **protonų*** — **elektrinė** stūmos **jėga*** tampa svarbesnė, taigi suminis branduolinių jėgų poveikis silpnesnis.



Kaitinamų medžiagų atomų branduoliai įgyja daug **kinetinės energijos*** ir susidūrę gali susijungti (žr. **sintezę**, p. 93).

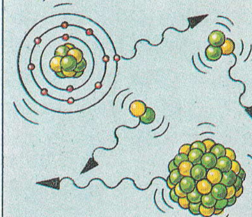


Labai greitų dalelių smūgiai sukelia branduolio skilimą (žr. **branduolių dalijimąsi**, p. 92).



Kai kurie sunkieji branduoliai išspinduliuoja daleles spontaniškai, t. y. savaime (žr. **radioaktyvumą**, p. 86).

Kaip parodyta, elektrono šuolis į būseną, kurios ryšio energija didesnė (į žemesnę energinę būseną), gali įvykti „padedant“ labai nedaug, pvz., nestabilių atomų jungimasis ar savaiminis radioaktyvumas. Kitais atvejais reikia suteikti energijos iš šalies (pakaitinti atomus, branduolius ar daleles).



Gavę nepakankamai energijos, atomai ir branduoliai ją vėl išskiria **fotonų** pavidalu (žr. **kvantinę teoriją**). Atomų elektronai „krinta“ atgal, o išspinduliuotų fotonų rūšis (**dažnis***) priklauso nuo apvalkalų, tarp kurių vyksta šuolis. Štai **Rentgeno spinduliai*** (aukščiausias dažnis, didžiausia energija) atitinka šuolius tarp vidinių apvalkalų, **UV spinduliai*** — tarp tolimesnių apvalkalų ir t. t. (žr. spektrą, p. 44). Branduoliai visuomet išspinduliuoja **gama spindulius*** (didesnė energija).

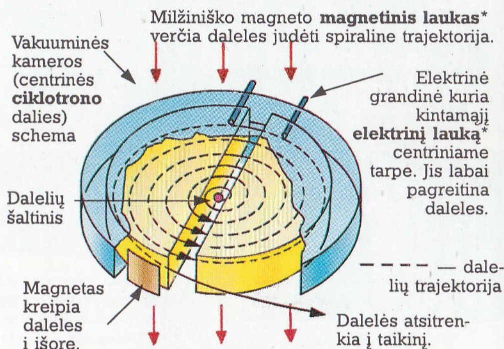
*Dažnis, 16, 35; Elektrinė jėga, 6; Elektromagnetinės bangos, 44; Elektronai, 83; Gama spinduliai, 44, 86; Kinetinė energija, 9; Nukleonai, 82 (Branduolys); Potencialų skirtumas, 58; Protonai, 82; Rentgeno spinduliai, Ultravioletiniai spinduliai, 44.

Radioaktyvumas

Radioaktyvumas — tai kai kurių nestabilių **branduolių** (žr. p. 82 ir 84) savybė spontaniškai (savaime) skilti į kitų elementų branduolius ir sukelti **radiaciją (spinduliuotę***). Šis vyksmas dar žinomas kaip **radioaktyvusis skilimas**.

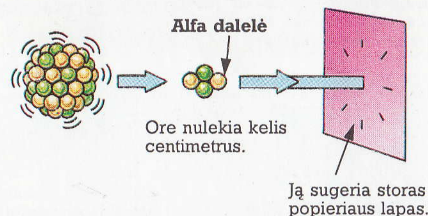
Radioaktyviųjų elementų spinduliuotė būna trijų rūšių: **alfa dalelių** srautas (**alfa spinduliai**), **beta dalelių** srautas (**beta spinduliai**) ir **gama spinduliai**. Apie jos matavimą ir taikymą dar žr. p. 88—91.

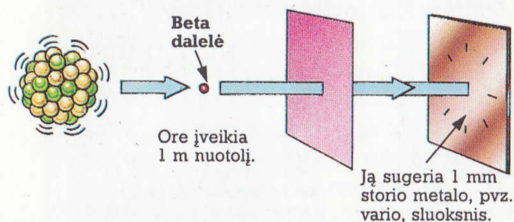
•**Radioizotopas**, arba **radioaktyvusis izotopas**. Radioaktyvioji medžiaga (iš esmės visos medžiagos yra **izotopai**; žr. p. 83). Yra keletas gamtinių radioizotopų. Dauguma jų vis dar egzistuoja, nes labai ilgas jų **pusamžis** (pvz., uranas-238), o vieną — anglį-14 — nuolat kuria **kosminiai spinduliai** (žr. **foninę spinduliuotę**, p. 88). Kiti radioizotopai atsiranda **branduolių dalijimosi*** metu, o nauji vis dar kuriami mokslo centruose, kur branduoliai apšaudomi labai greitomis dalelėmis (nuo **protonų*** iki urano



branduolių). Jos pagreitinamos įvairių rūšių **dalelių greitintuvuose**, pvz., **ciklotronuose**.

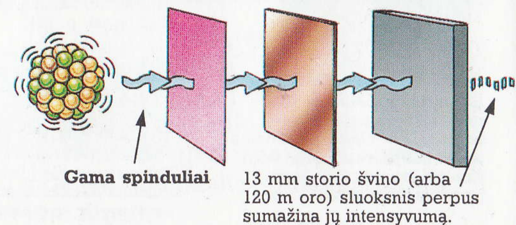
•**Alfa dalelės** (α **dalelės**). Teigiamosios elektringosios dalelės, skleidžiamos kai kurių radioaktyviųjų branduolių (žr. **alfa skilimą**). Jos palyginti sunkios (du **protonai*** ir du **neutronai***), juda lėtai ir negiliai įsiskverbia į medžiagą.





•**Beta dalelės** (β **dalelės**). Kai kurių radioaktyviųjų branduolių spinduliuojamos dalelės, kurių greitis artimas šviesos greičiui. β dalelės būna dviejų rūšių: **elektronai*** ir **pozitronai**; pastarųjų masė tokia pat kaip elektronų, bet krūvis teigiamas. Žr. **beta skilimą**.

•**Gama spinduliai** (γ **spinduliai**). Nematomos **elektromagnetinės bangos** (taip pat žr. p. 44). Jie giliausiai įsiskverbia į medžiagą ir paprastai, nors ne visuomet, išspinduliuojami radioaktyviųjų branduolių po **alfa** ar **beta dalelių**.

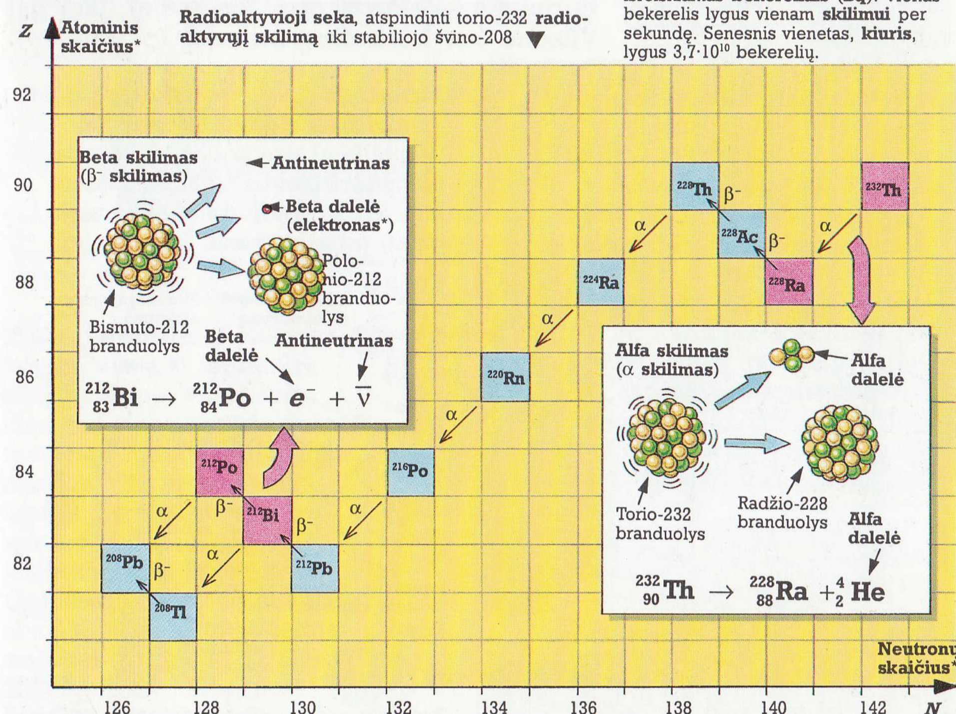


*__Branduolių dalijimasis__, 92; __Elektrinis laukas__, 58; __Elektronai__, 83; __Magnetinis laukas__, 72; __Neutronai__, __Protonai__, 82; __Spinduliuotės energija__, 9.

•**Radioaktyvusis skilimas**. Savaiminis radioaktyviojo branduolio skilimas. Branduolys išmeta savo sudedamąsias dalis kaip **alfa** ir **beta daleles**, o po jų paprastai išspinduliuojami **gama spinduliai**. Išmesdamas tokią dalelę, t. y. skildamas, branduolys išskiria energiją (žr. p. 84), ir kartu susiformuoja naujas branduolys (ir atomas). Jei jis taip pat radioaktyvus, skilimas tęsiasi, kol susidaro stabilus (neradioaktyvus) atomas. Tokia radioaktyviųjų skilimų serija vadinama **radioaktyviąja seka**, arba **skilimų grandinėle**, arba **skilimo produktų grandinėle**.

•**Pusamžis** ($T_{1/2}$). Laikas, per kurį pusė paimto radioaktyvaus elemento atomų patiria **radioaktyvųjį skilimą**. Tai viskas, ką galima numatyti tiksliai, atskiro atomo skilimo nužvelgti neįmanoma, nes jis skyla individualiai, atsitiktiniu laiko momentu. Nėra dviejų medžiagų, kurių pusamžis būtų vienodas. Pusamžio kitimo ribos labai plačios, pvz., stroncio-90 — 9 minutės, urano-238 — $4{,}5 \cdot 10^9$ metų.

Radioaktyviojo skilimo greitis išreiškiamas **bekereliais (Bq)**. Vienas bekerelis lygus vienam **skilimui** per sekundę. Senesnis vienetas, **kiuris**, lygus $3{,}7 \cdot 10^{10}$ bekerelių.



•**Alfa skilimas** (α **skilimas**). Procesas, kurio metu radioaktyvusis branduolys netenka **alfa dalelės**. Dėl to **atominis skaičius*** sumažėja dviem vienetais, o **masės skaičius*** — keturiais vienetais, taigi susidaro naujas branduolys.

•**Beta skilimas** (β **skilimas**). Procesas, kurio metu radioaktyvusis branduolys netenka bet kokios rūšies **beta dalelės**. Kai **neutronas*** virsta **protonu***, išmetamas elektronas (β^-, arba e^-) (kartu su kita dalele, vadinama **antineutrinu**), o kai protonas virsta neutronu — pozitronas (β^+, arba e^+) (kartu su kita dalele, vadinama **neutrinu**). Taigi beta skilimas vienetu padidina arba sumažina **atominį skaičių*** (**masės skaičius*** lieka nepakitęs).

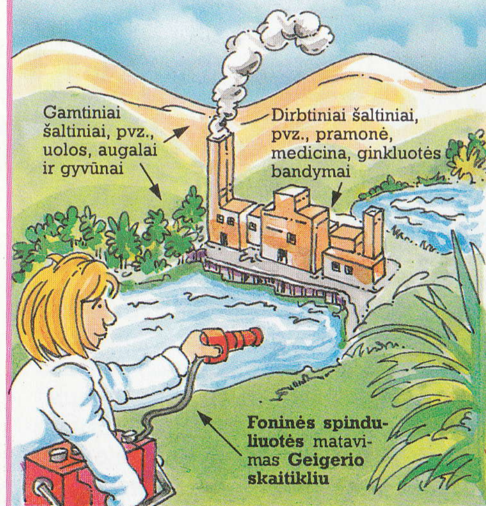
*__Atominis skaičius__, 82; __Elektronai__, 83; __Masės skaičius__, __Neutronai__, __Neutronų skaičius__, __Protonai__, 82.

Radiacijos aptikimas ir matavimas

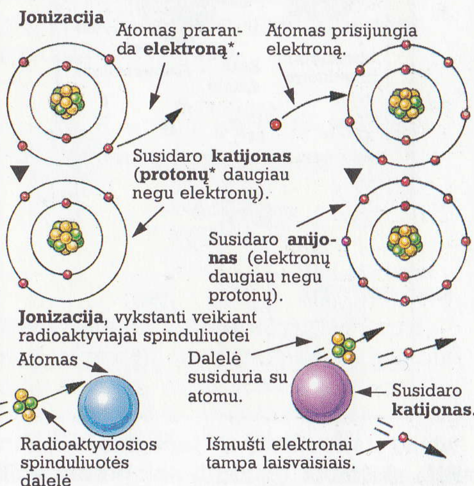


Yra daug prietaisų, kurie aptinka ir matuoja radioaktyviųjų medžiagų **(radioizotopų*)** skleidžiamą radiaciją (radioaktyviąją spinduliuotę). Kai kurie iš jų naudojami tik laboratorijose (dirbtiniams radioizotopams tirti), kiti plačiai taikomi praktikoje (pvz., saugumo užtikrinimo matavimo prietaisai), taip pat gali būti naudojami **foninei spinduliuotei** matuoti. Dauguma prietaisų aptinka ir matuoja radiaciją pagal jos sukeliamą **jonizaciją**. Žr. **Geigerio skaitiklį** ir **Vulfo**, arba **impulsinį**, **elektroskopą** (dešinėje), taip pat **Vilsono** bei **burbulinę kamerą** (p. 90).

•**Foninė spinduliuotė**. Palyginti neintensyvi spinduliuotė, skleidžiama gamtinių ir dirbtinių šaltinių Žemėje. Vienas iš gamtinių šaltinių yra anglis-14, kurią sugeria augalai ir gyvūnai. Ji nuolat susidaro iš stabilaus azoto-14, apšaudomo **kosminių spindulių (kosminės spinduliuotės)**, prasiskverbiančių pro atmosferą iš kosmoso. Tai milžiniškos energijos dalelių srautai. Matuojamas **fono lygis** yra foninės spinduliuotės matas.



•**Jonizacija**. **Jonų** (elektringųjų dalelių) atsiradimas atomui (elektriškai neutraliam) prarandant arba prisijungiant **elektronus***. Taigi susidaro atitinkamai **katijonai** (teigiamieji jonai) arba **anijonai** (neigiamieji

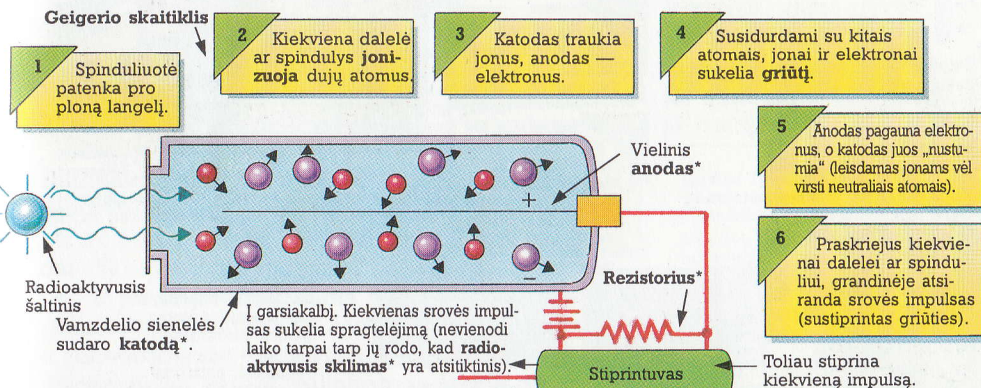


jonai). Radiacijos atveju **alfa** ir **beta dalelės*** jonizuoja medžiagos, kuria jos sklinda, atomus ir paprastai kuria katijonus. Jos turi tiek daug energijos, kad sugeba iš atomų išmušti vieną ar daugiau elektronų. **Gama spinduliai*** taip pat gali jonizuoti atomus.

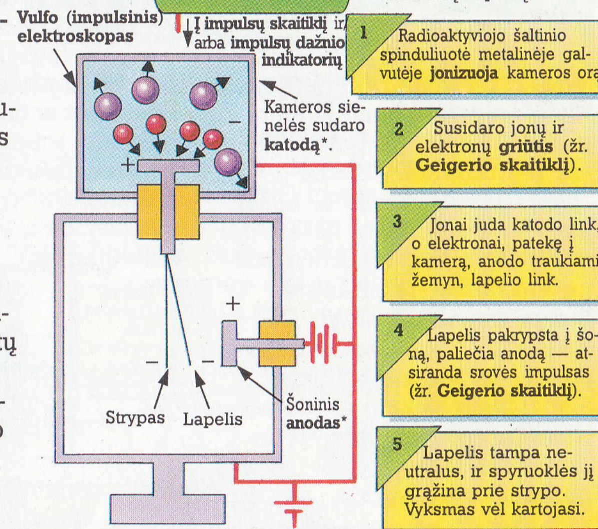
*__Alfa dalelės__, __Beta dalelės__, 86; __Elektronai__, 83; __Gama spinduliai__, 86; __Protonai__, 82; __Radioizotopai__, 86.

Radiacijos jutikliai

•**Geigerio skaitiklis**. Prietaisas, susidedantis iš **Geigerio ir Miulerio vamzdelio**, **impulsų skaitiklio** ir/arba **impulsų dažnio indikatoriaus**, o dažnai ir garsiakalbio. Vamzdelis pripildytas dujų ir turi du **elektrodus***: jo sienelės veikia kaip **katodas***, o centre įtaisytas vielinis **anodas***. Prietaisas užfiksuoja spinduliuotę, registruodamas tarp elektrodų tekančios srovės impulsus. Jie atsiranda dėl **jonizacijos**, kurią radiacija sukelia dujose (dažniausiai mažo slėgio argone, į kurį įmaišyta boro). Elektroninis impulsų skaitiklis registruoja impulsus, o impulsų dažnio indikatorius matuoja tų impulsų greitį — vidutinį impulsų skaičių per sekundę.



•**Vulfo (impulsinis) elektroskopas**. Viena iš **lapelinio elektroskopo*** rūšių. Oro kameros sienelės apie galvutę sudaro **katodą***, o šoninis **anodas*** įtaisomas netoli lapelio. Šis traukia **elektronus*** iš galvutės žemyn, įelektrindamas ją teigiamai (lapelis nutolsta nuo strypo, nes abu jie įelektrinti neigiamai, bet ne tiek, kad paliestų anodą, nesant radiacijos). Lapelis užfiksuoja radioaktyviąją spinduliuotę, kiekvieno jos sukelto **jonizacijos** akto metu paliesdamas anodą ir grįždamas atgal.



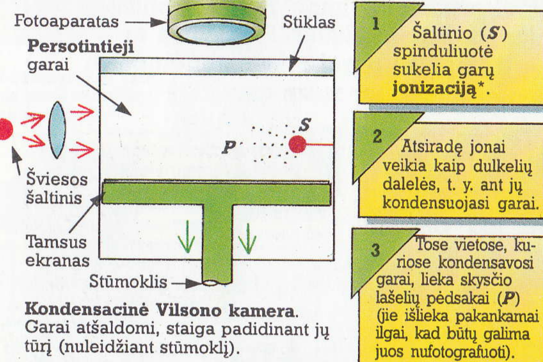
•**Dozimetras**. Prietaisas, kurį nešioja kiekvienas, dirbantis su radioaktyviosiomis medžiagomis. Dozimetras turi fotojuostelę, kurią radioaktyvioji spinduliuotė apšviečia. Juostelė periodiškai išryškinama, o jos patamsėjimas rodo dozimetro savininko gautą spinduliuotės **dozę**.



*__Anodas__, __Elektrodas__, 66; __Elektronai__, 83; __Katodas__, 66; __Lapelinis elektroskopas__, 56 (__Elektroskopas__); __Radioaktyvusis skilimas__, 87; __Rezistorius__, 62.

Radiacijos jutikliai (tęsinys)

• **Vilsono kamera**. Prietaisas, kuriuo galima stebėti **alfa** ir **beta dalelių*** trajektorijų pėdsakus. Jie susidaro garų (alkoholio ar vandens) kameroje, kurioje garai atšaldomi (vienu iš dviejų skirtingų būdų; žr. toliau), kol pasidaro persotinti. Persotintaisiais vadinami garai, kurių temperatūra žemesnė už jų kondensavimosi temperatūrą ir kurie nesikondensuoja, nes nėra dulkelių ar kitų dalelių, apie kurias galėtų kondensuotis lašai.

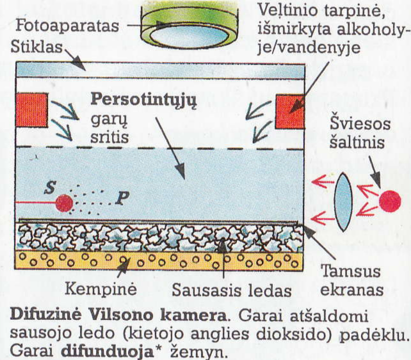


Kondensacinė Vilsono kamera. Garai atšaldomi, staiga padidinant jų tūrį (nuleidžiant stūmoklį).

1 Šaltinio (*S*) spinduliuotė sukelia garų **jonizaciją***.

2 Atsiradę jonai veikia kaip dulkelių dalelės, t. y. ant jų kondensuojasi garai.

3 Tose vietose, kuriose kondensavosi garai, lieka skysčio lašelių pėdsakai (*P*) (jie išlieka pakankamai ilgai, kad būtų galima juos nufotografuoti).



Difuzinė Vilsono kamera. Garai atšaldomi sausojo ledo (kietojo anglies dioksido) padėklu. Garai **difunduoja*** žemyn.

Pėdsakai **Vilsono kameroje** (atsiranda nevienodais laiko tarpais, o tai rodo, jog **radioaktyvusis skilimas*** yra atsitiktinis)

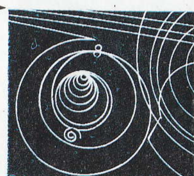

Sunkiųjų α **dalelių*** palikti pėdsakai trumpi, tiesūs ir stori.


Lengvųjų β **dalelių** palikti pėdsakai ilgi, tiesiški ir siauri.

Gama spinduliai* pėdsakų nepalieka, bet gali iš atskirų atomų išmušti **elektronus***. Šie lekia toliau ir palieka pėdsakus, panašius į β dalelių (žr. kairėje).

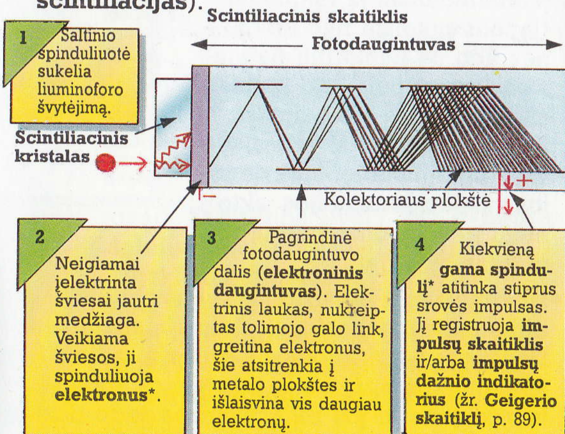
• **Burbulinė kamera**. Prietaisas, kuris, kaip ir Vilsono kamera, parodo dalelių pėdsakus. Jame yra **perkaitintas** skystis (paprastai vandenilis ar helis). Skysčio temperatūra aukštesnė už virimo tašką, tačiau skystis neverda, nes yra suslėgtas. Staiga sumažinus slėgį, patekusios į kamerą branduolio dalelės **jonizuoja*** skysčio atomus. Kai tik taip atsitinka, išsiskyrusi energija priverčia skystį virti ir formuojasi burbuliukų pėdsakai.

Pėdsakai **burbulinėje kameroje**. Paprastai iškreipti magnetinio lauko, kuris naudojamas dalelėms nukreipti (kad būtų lengviau jas identifikuoti).



• **Scintiliacinis**, arba **blyksninis, skaitiklis**. Prietaisas, aptinkantis **gama spindulius***. Jį sudaro **scintiliacinis kristalas** ir **fotodaugintuvas**. Kristalas gaminamas iš **liuminoforo*** (pvz., natrio jodido). Veikiami spinduliuotės, liuminoforai blyksi (spinduliuoja **scintiliacijas**).

Scintiliacinis skaitiklis



1 Šaltinio spinduliuotė sukelia liuminoforo švytėjimą.

2 Neigiamai įelektrinta šviesai jautri medžiaga. Veikiama šviesos, ji spinduliuoja **elektronus***.

3 Pagrindinė fotodaugintuvo dalis (**elektroninis daugintuvas**). Elektrinis laukas, nukreiptas tolimojo galo link, greitina elektronus, šie atsitrenkia į metalo plokštes ir išlaisvina vis daugiau elektronų.

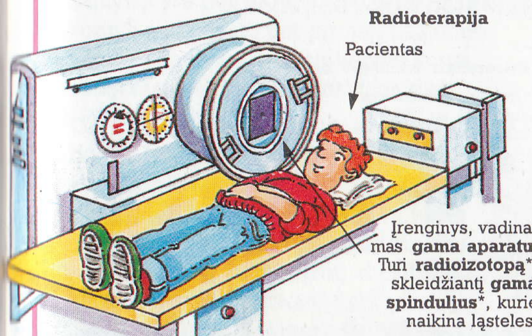
4 Kiekvieną **gama spindulį*** atitinka stiprus srovės impulsas. Jį registruoja **impulsų skaitiklis** ir/arba **impulsų dažnio indikatorius** (žr. **Geigerio skaitiklį**, p. 89).

*Alfa dalelės, Beta dalelės, 86; Difuzija, 5; Elektronai, 83; Gama spinduliai, 86; Jonizacija, 88; Liuminoforas, 45 (Fosforescencija); Radioaktyvusis skilimas, 87.

Radioaktyvumo taikymas

Radioizotopų* (radioaktyviųjų medžiagų) skleidžiama radioaktyvioji spinduliuotė gali būti plačiai taikoma, ypač medicinoje, pramonėje ir archeologiniuose tyrimuose.

Radioterapija



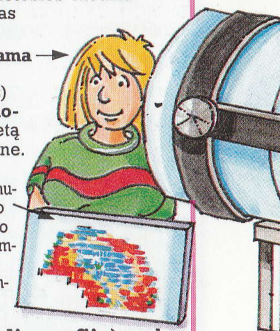
Įrenginys, vadinamas **gama aparatu**. Turi **radioizotopą***, skleidžiantį **gama spindulius***, kurie naikina ląsteles.

• **Radiologija**. Radioaktyvumo ir **Rentgeno spindulių*** tyrimai, ypač susiję su medicina.

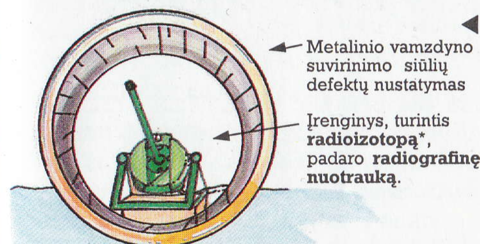
• **Radioterapija. Radioizotopų*** skleidžiamos spinduliuotės naudojimas ligoms gydyti. Visos gyvosios ląstelės jautrios radiacijai, todėl kruopščiai parinktomis radiacijos dozėmis galima naikinti piktybines (vėžio) ląsteles.

• **Radioaktyvusis žymėjimas**, arba **izotopinė radiografija**. Kūnu sklindančios medžiagos kelio kontrolės bei jos koncentracijos nustatymo metodas. Tai atliekama į medžiagą įterpiant **radioizotopo*** ir tiriant jo skleidžiamą spinduliuotę. Minėtasis radioizotopas vadinamas **izotopu indikatoriumi**, o pati medžiaga — **žymėtaja**. Pavyzdžiui, medicinos diagnostikoje didelis radioizotopo kiekis organe gali liudyti apie piktybinių (vėžio) ląstelių buvimą. Naudojamų radioizotopų **pusamžis*** visada yra trumpas, ir jie skyla į nekenksmingas medžiagas.

Išgėręs **žymėtosios** medžiagos pacientas


Skaitlys (gama spindulių detektorius) nustato **radioizotopo*** vietą žmogaus kūne.

Skaitliu (skeneriu) nustatytas radioizotopo pasiskirstymo vaizdo pavyzdys (ligos apimtas sritis gydytojas aptinka pagal skirtingas spalvas)

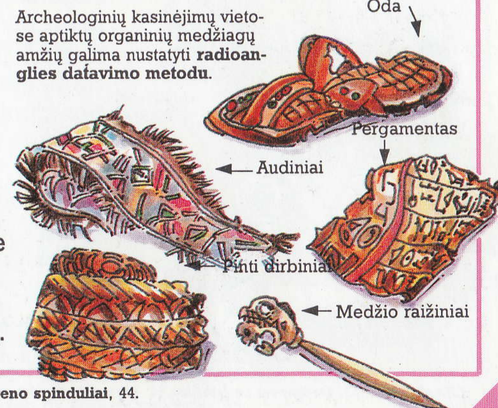

Metalinio vamzdyno suvirinimo siūlių defektų nustatymas

Įrenginys, turintis **radioizotopą***, padaro **radiografinę nuotrauką**.

• **Gama radiografija** (γ **radiografija**), arba **gamagrafija**. Tai **radiografinės nuotraukos** (panašios į įprastą nuotrauką) gavimas naudojant **gama spindulius*** (taip pat žr. **rentgenografiją**, p. 44). Gamagrafija taikoma daugelyje sričių, tarp jų ir pramonėje kokybės kontrolei.

• **Radioanglinio amžiaus nustatymas**, arba **radioanglies datavimo metodas**. Tai laiko, praėjusio nuo gyvosios materijos mirties, nustatymo būdas. Visuose gyvuosiuose organizmuose yra nedidelis kiekis anglies-14 (sugeriamo iš atmosferos **radioizotopo***), kuri ir po organizmo mirties skleidžia spinduliuotę. Ji pamažėle silpsta (anglies-14 **pusamžis*** lygus 5700 metų), todėl pagal radinių spinduliuotės intensyvumą galima apskaičiuoti jų amžių.

Archeologinių kasinėjimų vietose aptiktų organinių medžiagų amžių galima nustatyti **radioanglies datavimo metodu**.

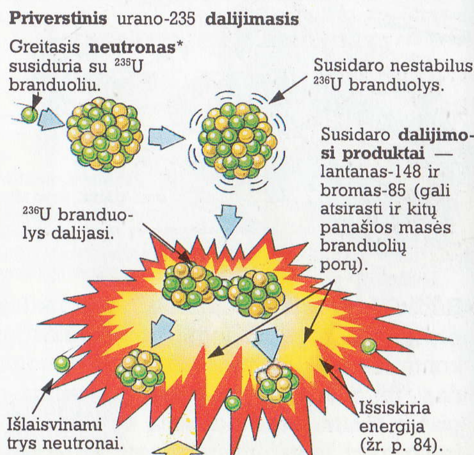


*Gama spinduliai, 86; Pusamžis, 87; Radioizotopai, 86; Rentgeno spinduliai, 44.

Branduolių dalijimasis ir sintezė

Atomo centre esantis **branduolys** (žr. p. 82) yra sukaupęs milžinišką energijos kiekį (žr. p. 84—85). **Branduolių dalijimasis** ir **sintezė** — tai du šios energijos išskyrimo procesai. Tokie vyksmai yra **branduolinės reakcijos** (branduolio kitimą sukeliančios reakcijos).

• **Branduolio dalijimasis**. Sunkaus nestabilaus branduolio skilimas į du ar daugiau lengvesnių maždaug vienodo dydžio branduolių išlaisvinant du arba tris **neutronus*** (**dalijimosi neutronus**) ir išskiriant didelį energijos kiekį (taip pat žr. p. 84). Du lengvesnieji branduoliai vadinami **dalijimosi produktais**; daugelis iš jų yra **radioaktyvūs***. Toks dalijimasis (žr. **priverstinį dalijimąsi***) **dalijimosi reaktoriuose*** panaudojamas šiluminei energijai gauti. Savaime jis vyksta gana retai (**savaiminis**, arba **spontaninis**, **dalijimasis**).

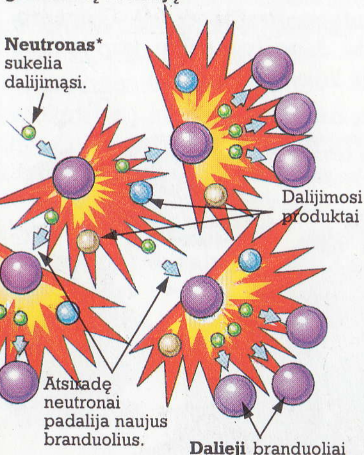


Aukščiau dešinėje pavaizduotos **branduolinės** reakcijos **lygtis** (žr. **atominį** ir **masės skaičių**, p. 82):



$$^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{236}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ^{148}_{57}\mathrm{La} + ^{85}_{35}\mathrm{Br} + 3^{1}_{0}n + \text{energija}$$

• **Savaiminis**, arba **spontaninis**, **dalijimasis**. Savaime, t. y. be išorinio poveikio, vykstantis **branduolių dalijimasis**. Taip dalytis gali sunkus elementas, pvz., urano-238 **izotopas***, tačiau šio vyksmo tikimybė labai maža, palyginti su paprastesniu, pvz., **alfa skilimu***.

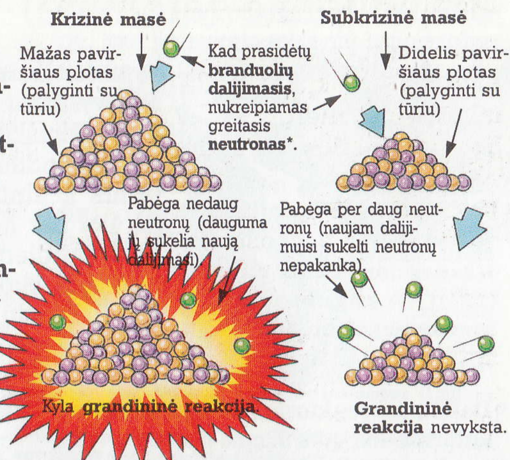


• **Priverstinis dalijimasis**. Dalijimasis, kurio metu branduolys dirbtinai paverčiamas nestabiliu, pvz., apšaudomas greitomis dalelėmis (dažnai **neutronais***). Tas daleles branduolys sugeria. Ne visus branduolius galima suskaidyti tokiu būdu. Suskaidomi branduoliai, pvz., urano-235 ir plutonio-239 **izotopai***, vadinami **daliaisiais**. Jei medžiaga turi daug daliųjų branduolių (taip pat žr. **šiluminį reaktorių** ir **greitųjų neutronų reaktorių**, p. 95), priverstinio dalijimosi metu išlaisvinti neutronai sukelia naują dalijimąsi (ir išlaisvina naujus neutronus) ir t. t. Šis vyksmas vadinamas **grandinine reakcija**. Branduoliniame **dalijimosi reaktoriuje*** vyksta valdoma grandininė reakcija, o **branduolinėje bomboje** — nevaldoma (sukelia galingą sprogimą).

*Alfa skilimas, 87; Dalijimosi reaktorius, 94; Izotopai, 83; Neutronai, 82; Radioaktyvumas, 86.

• **Krizinė masė**. Minimali **daliosios** medžiagos masė, reikalinga **grandininei reakcijai** palaikyti (žr. **priverstinį dalijimąsi**). Mažesnės, t. y. **subkrizinės, masės** daliosios medžiagos ploto ir tūrio santykis yra per didelis, ir per daug **neutronų***, atsiradusių per pirmąjį dalijimąsi, išlekia į atmosferą. Branduolinis kuras saugomas subkrizinių masių kiekiais.

• **Dalijimosi bomba**, arba **atominė bomba** (**A bomba**). Bomba, kurią sudarančios **subkrizinės masės** (žr. aukščiau) medžiagos sujungiamos kartu sprogdikliu. Prasidėjus **grandininei reakcijai** (žr. **priverstinį dalijimąsi**), išsiskiria milžiniška energija.



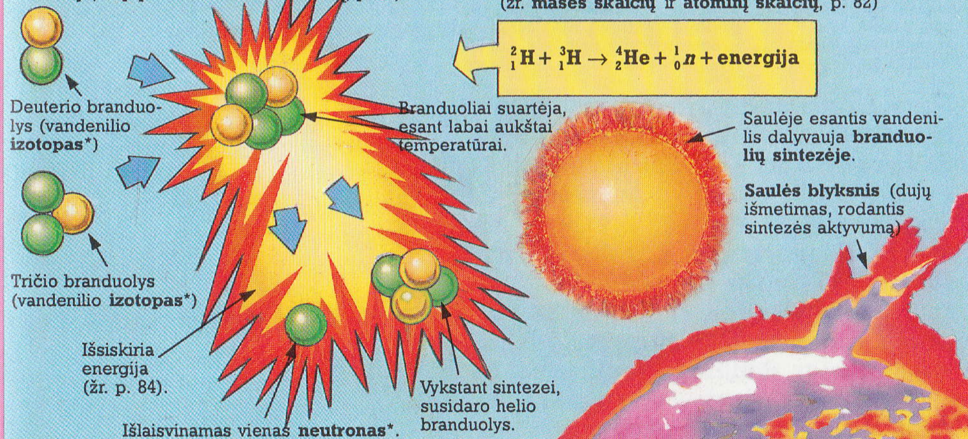
• **Branduolių sintezė**. Dviejų lengvų branduolių susidūrimas ir jungimasis į sunkesnį ir stabilesnį branduolį išsiskiriant dideliam energijos kiekiui (žr. p. 84). Sintezės, skirtingai nei **branduolių dalijimosi**, metu nelieka **radioaktyviųjų*** produktų. Sintezei reikalinga milijonų Celsijaus laipsnių temperatūra, kad branduoliai įgytų pakankamai **kinetinės energijos*** ir susidūrę galėtų susilieti (dėl aukštos temperatūros sintezės reakcijos dar vadinamos **termobranduolinėmis reakcijomis**). Dėl to gamtoje branduolių sintezė vyksta tik Saulėje (ir panašiose į ją žvaigždėse).

Tačiau atliekami moksliniai tyrimai, kuriais siekiama suvaldyti **sintezės reaktoriuose*** vykstančią priverstinę sintezę.

• **Sintezės bomba**, arba **termobranduolinė bomba**, arba **vandenilinė bomba** (**H bomba**). Bomba, kurioje vyksta nekontroliuojama **branduolių sintezė** tričio ir deuterio (vandenilio **izotopų***) mišinyje. Reikalingą aukštą temperatūrą sukuria kaip sprogdiklis veikianti **dalijimosi bomba** (sintezės bombos taip pat vadinamos **dalijimosi-sintezės bombomis**). Energijos išsiskiria maždaug 30 kartų daugiau nei dalijimosi bomboje.

Branduolių sintezės pavyzdys (**D-T** (**deuterio ir tričio**) **reakcija**; taip pat žr. **sintezės reaktorių**, p. 94)

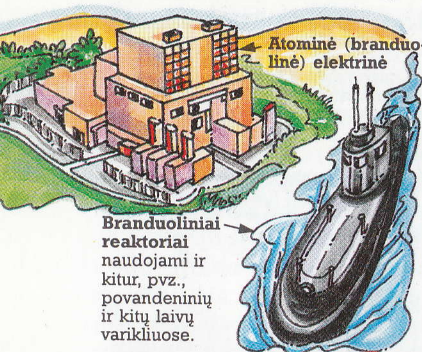
Kairėje pavaizduotos **branduolinės reakcijos lygtis** (žr. **masės skaičių** ir **atominį skaičių**, p. 82)



$$^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}n + \text{energija}$$

*Izotopai, 83; Kinetinė energija, 9; Neutronai, 82; Radioaktyvumas, 86; Sintezės reaktorius, 94.

Branduolinė (atominė) energetika

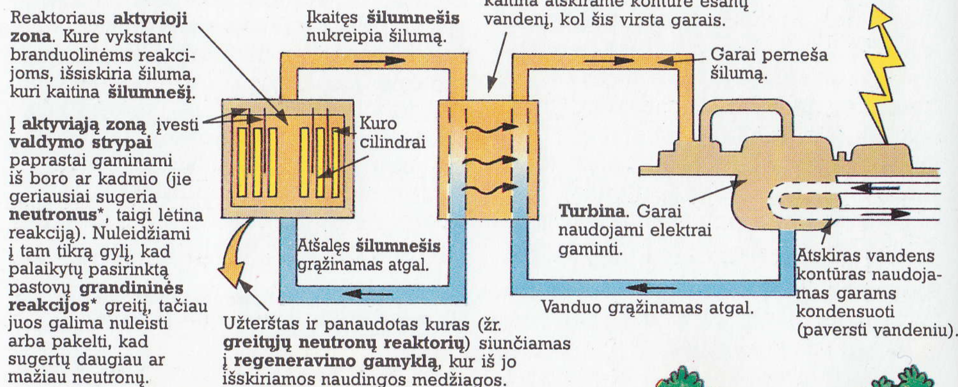


Branduoliniai reaktoriai naudojami ir kitur, pvz., povandeninių ir kitų laivų varikliuose.

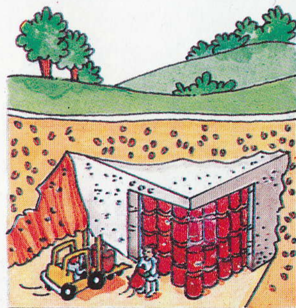
Branduolinis reaktorius — tai įrenginys, kuriame, vykstant branduolinėms reakcijoms, išsiskiria milžiniškas šilumos kiekis. Iš principo galimi du pagrindiniai reaktorių tipai: **dalijimosi reaktorius** ir **sintezės reaktorius**, tačiau pastarasis iki šiol dar nesukurtas (kol kas vykdomi tyrimai). Visų šių dienų atominių (branduolinių) elektrinių pagrindą sudaro dalijimosi reaktorius. Kiekviena šių elektrinių gamina (skaičiuojant kuro masės vienetui) gerokai daugiau elektros energijos (elektros) negu bet kokia kita elektrinė.

• **Dalijimosi reaktorius. Branduolinis reaktorius**, kuriame šiluma išsiskiria vykstant **branduolių dalijimuisi***. Elektrinėse eksploatuojami dviejų tipų reaktoriai: **šiluminių neutronų** ir **greitųjų neutronų** (žr. kitą puslapį). Juose abiejuose kaip kuras naudojamas uranas. Jis laikomas ilguose cilindruose, įtaisytuose reaktoriaus centre esančioje **aktyviojoje zonoje (šerdyje)**. **Grandininės reakcijos*** greitis (taigi ir elektros gamyba) griežtai kontroliuojamas **valdymo strypais**. Apačioje pateikta diagrama iliustruoja, kaip dalijimosi reaktorius naudojamas elektros energijai gaminti.

Dalijimosi reaktoriaus ir elektrinės komplekso schema



• **Sintezės reaktorius**. Kol kas dar nesukurtas **branduolinis reaktorius**, kuriame šiluma turėtų išsiskirti vykstant **branduolių sintezei*** (atliekami šio reaktoriaus tyrimai). Greičiausiai tai bus vandenilio **izotopų*** — deuterio ir tričio — branduolių sintezė, žinoma kaip **D-T reakcija** (žr. pav., p. 93). Kad sintezės reaktorius taptų realybe, reikėtų išspręsti keletą svarbių problemų. Jis turėtų gaminti keturis kartus daugiau energijos, tenkančios masės vienetui, negu **dalijimosi reaktorius**. Be to, vandenilio yra pakankamai, o urano randama mažai, antra vertus, jo gavyba pavojinga ir brangi.

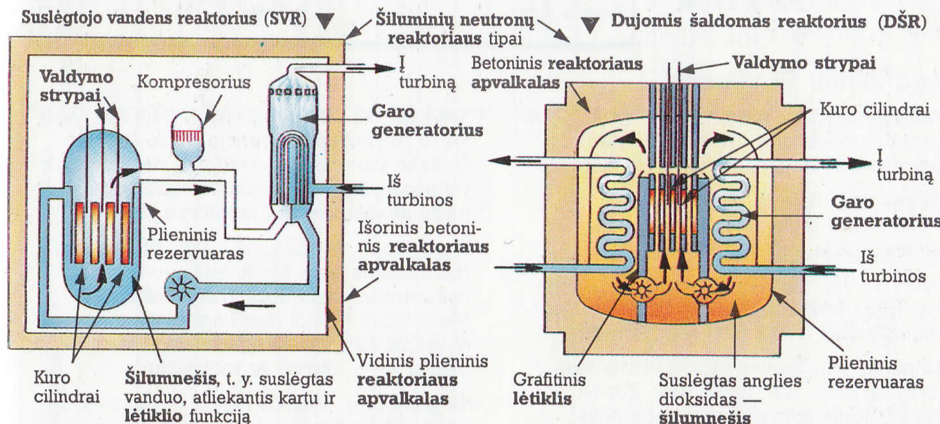


Pavojingas **radioaktyviąsias*** **dalijimosi reaktorių** atliekas (panaudotąjį kurą) reikia palaidoti. **Sintezės reaktoriuose** tokių atliekų nebūtų.

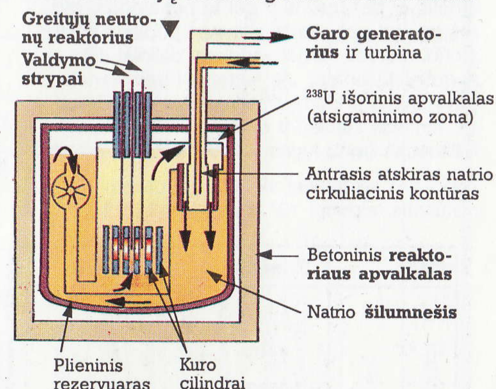
*Branduolių dalijimasis, 93; Branduolių sintezė, 92; Grandininė reakcija, 92 (Priverstinis dalijimasis); Izotopai, 83; Neutronai, 82; Radioaktyvumas, 86.

Dalijimosi reaktorių tipai

• **Šiluminių neutronų reaktorius. Dalijimosi reaktorius**, kurio **lėtiklis** išdėstomas aplink kuro cilindrus. Lėtiklis — lengvus branduolius turinti medžiaga, kaip antai grafitas ar vanduo. Ji naudojama lėtinti greitiesiems **neutronams***, atsiradusiems gamtiniame urane pirmųjų dalijimųsi metu — neutronai atsitrenkia į lengvus branduolius (kurie patys savaime sugerti neutronų praktiškai negali) ir galiausiai sulėtėja iki 2200 m/s. Sulėtėjus neutronams, padidėja tikimybė, kad jie sukels tolesnių branduolių dalijimąsi (ir pratęs **grandininę reakciją***). Greituosius neutronus dažniausiai „pagauna" labiausiai paplitusio urano-238 **izotopo*** branduoliai (žr. **greitųjų neutronų reaktorių**), o lėtieji gali keliauti tol, kol sutinka ^{235}U branduolį. Jį gali padalyti bet kokiu greičiu lekiantis neutronas, tačiau tokių branduolių kure yra labai mažai (nors dabar dažnai naudojamas ^{235}U prisodrintas kuras).



• **Greitųjų neutronų reaktorius**, arba **greitasis brideris. Dalijimosi reaktorius**, kuriame dalijimąsi sukeliantys **neutronai*** išlieka greiti (judantys maždaug $2 \cdot 10^7$ m/s greičiu). Naudojamas kuras visuomet būna prisodrintas ^{235}U (žr. **šiluminių neutronų reaktorių**) ir ^{239}Pu branduolių. Apšaudyti neutronais, abu jie lengvai dalijasi, skirtingai nei ^{238}U, kuris labiau linkęs „pagauti" neutronus, virsti uranu-239 ir tik tada patirti **radioaktyvųjį skilimą***. Tačiau galutinis skilimo produktas yra ^{239}Pu. Greitųjų neutronų reaktoriai dar vadinami brideriais (angl. *breeder* < <*breed* — virsti, gimdyti), nes juose ^{239}U virsta ^{239}Pu išoriniame ^{238}U apvalkale apie pagrindinį kurą. Taigi papildomai pagaminama ir sukaupiama branduolinio kuro. Greitųjų neutronų reaktoriai, palyginti su šiluminių neutronų reaktoriais, turi kompaktiškesnę aktyviąją zoną, dirba aukštesnėje temperatūroje, prieš tapdami užterštais, suvartoja gerokai daugiau kuro, be to, didesnis ir jų naudingumo koeficientas.



*Grandininė reakcija, 92 (Priverstinis dalijimasis); Izotopai, 83; Neutronai, 82; Radioaktyvusis skilimas, 87.

Dydžiai ir vienetai

Fizikiniai dydžiai — tai dydžiai, nusakomi **masės***, **jėgos***, **srovės stiprio*** ir kitomis sąvokomis, vartojamomis fizikos moksle. Juos reikia tam tikru nustatytu būdu išmatuoti, taigi visi jie turi savo matavimo **vienetus**. Šie vienetai apibrėžti tarptautiniu susitarimu ir vadinami **tarptautine vienetų sistema**, **SI sistemos vienetais** arba tiesiog **SI vienetais** (pranc. *Systeme International*). Visi dydžiai skirstomi į **pagrindinius** ir **išvestinius**.

• **Pagrindiniai dydžiai**. Dydžių rinkinys (žr. lentelę dešinėje), kuriuo remiantis galima nustatyti visus kitus dydžius (žr. **išvestinius dydžius**). Kiekvienas pagrindinis dydis turi savo **pagrindinį SI vienetą**, kuriuo gali būti apibrėžtas bet kuris kitas SI vienetas.

Pagrindinis dydis	Simbolis	Pagrindinis SI vienetas	Santrumpa
Masė	*m*	kilogramas	kg
Ilgis	*l*	metras	m
Laikas	*t*	sekundė	s
Srovės stipris	*I*	amperas	A
Temperatūra	*T*	kelvinas	K
Medžiagos kiekis	ν	molis	mol
Šviesos stipris	—	kandela	cd

Pagrindiniai SI vienetai

• **Kilogramas** (**kg**). Masės SI vienetas, lygus tarptautinio etalono (metalinio ritinio), laikomo Sevre netoli Paryžiaus, masei.

• **Metras** (**m**). Ilgio SI vienetas, lygus 1 650 763,73 **ilgiams*** **bangos**, kurią išspinduliuoja kriptono-86 atomas.

• **Sekundė** (**s**). Laiko (laiko tarpo) SI vienetas, lygus cezio-133 atomo tam tikro tipo spinduliuotės 9 192 631 770 **periodų***.

• **Amperas** (**A**). Srovės stiprio SI vienetas (taip pat žr. p. 60), lygus tokio stiprio srovei, kuriai tekant dviem begaliniais lygiagrečiais tiesiais laidais vakuume, vieno laido kiekvienas metras veikia kito laido kiekvieną metrą $2 \cdot 10^{-7}$ N jėga.

• **Kelvinas** (**K**). Temperatūros SI vienetas, lygus 1/273,16 vandens **trigubojo taško** (taško, kuriame vienu metu gali būti ledas, vanduo ir vandens garai) temperatūros, matuojamos pagal **absoliutinę temperatūros skalę***.

• **Molis** (**mol**). Medžiagos kiekio SI vienetas (pabrėžiame, kad jis skiriasi nuo masės, nes nurodo medžiagos dalelių skaičių). Molis lygus kiekiui medžiagos, kurią sudaro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ (tai **Avogadro skaičius**) dalelių (pvz., atomų ar molekulių).

• **Kandela** (**cd**). Šviesos stiprio SI vienetas, lygus stipriui šviesos, kurią spinduliuoja 1/600 000 m^2 ploto **juodasis kūnas***, kai jo temperatūra lygi platinos kristalizacijos temperatūrai, o slėgis 101 325 N/m^2.

Priešdėliai

SI sistemos vienetas kartais gali būti per didelis ar per mažas ir dėl to nepatogus, pvz., metras yra per didelis vienetas popieriaus lapo storiui matuoti. Todėl vartojami daliniai arba kartotiniai vienetai. Jie sudaromi prie vieneto pavadinimo pridedant atitinkamus priešdėlius (žr. lenteles žemiau ir dešinėje). Pavyzdžiui, milimetras (mm) lygus vienai tūkstantajai metro.

Daliniai ir kartotiniai vienetai (sudaromi remiantis laipsniu 10^3, pvz., 10^3, 10^6, 10^{-3})

Dalis	Priešdėlis	Simbolis
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	n

Kartotinis	Priešdėlis	Simbolis
10^3	kilo	k
10^6	mega	M
10^9	giga	G

Kiti daliniai ir kartotiniai vienetai

Dalis ar kartotinis	Priešdėlis	Simbolis
10^2	hekto	h
10^1	deka	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c

*Absoliutinė temperatūros skalė, 27; Bangos ilgis, 34; Juodasis kūnas, 29 (Leslio kubas); Masė, 12; Periodas, 16; Srovė, 60.

• **Išvestiniai dydžiai**. Dydžiai, kurie skiriasi nuo **pagrindinių dydžių** ir yra išreiškiami jais arba kitais išvestiniais dydžiais. Išvestiniai dydžiai turi **išvestinius SI vienetus**, kurie apibrėžiami **pagrindiniais SI vienetais** arba kitais išvestiniais vienetais. Jie apskaičiuojami remiantis tuos vienetus apibrėžiančiomis lygybėmis ir kartais gali turėti specialų pavadinimą.

Išvestinis dydis	Simbolis	Apibrėžianti lygybė	Išvestinis SI vienetas	Vieneto pavadinimas	Santrumpa
Greitis	*v*	$v = \frac{\text{atstumas}}{\text{laikas}}$	m/s	—	—
Pagreitis	*a*	$a = \frac{\text{greitis}}{\text{laikas}}$	m/s^2	—	—
Jėga	*F*	*F* = masė × pagreitis	$kg \cdot m/s^2$	niutonas	N
Darbas	*A*	*A* = jėga × atstumas	N·m	džaulis	J
Energija	*E*	Sugebėjimas atlikti darbą		džaulis	J
Galia	*P*	$P = \frac{\text{atliktas darbas}}{\text{laikas}}$	J/s	vatas	W
Plotas	*S*	Priklauso nuo formos (žr. p. 101)	m^2	—	—
Tūris	*V*	Priklauso nuo formos (žr. p. 101)	m^3	—	—
Tankis	ρ	$\rho = \frac{\text{masė}}{\text{tūris}}$	kg/m^3	—	—
Slėgis	*p*	$p = \frac{\text{jėga}}{\text{plotas}}$	N/m^2	paskalis	Pa
Periodas	*T*	Vieno svyravimo trukmė	s	—	—
Dažnis	*f*, ν	Svyravimų (virpesių) skaičius per sekundę	s^{-1}	hercas	Hz
Jėgos impulsas	—	jėgos impulsas = jėga × laikas	N·s	—	—
Judesio kiekis	—	judesio kiekis = masė × greitis	kg·m/s	—	—
Elektros krūvis	*q*	*q* = srovės stipris × laikas	A·s	kulonas	C
Potencialų skirtumas, įtampa	*U*	$U = \frac{\text{perduota energija}}{\text{krūvis}}$	J/C	voltas	V
Talpa	*C*	$C = \frac{\text{krūvis}}{\text{potencialų skirtumas}}$	C/V	faradas	F
Varža	*R*	$R = \frac{\text{potencialų skirtumas}}{\text{srovės stipris}}$	V/A	omas	Ω

Lygtys, simboliai ir grafikai

Fizikiniai dydžiai (žr. p. 96—97) ir jų vienetai gali būti pažymėti simboliais ir paprastai tam tikru būdu priklauso nuo kitų dydžių. Taigi jie susiję vieni su kitais, o tą jų ryšį galima išreikšti **lygtimi** bei pavaizduoti **grafiku**.

Lygtys

Lygtys apibūdina dviejų ar daugiau fizikinių dydžių tarpusavio ryšį. Jį galima užrašyti **žodine lygtimi** arba fizikinių dydžių **simbolių** lygtimi. Pastaroji paprastai naudojama kalbant apie keletą dydžių, nes tuomet jais lengviau manipuliuoti. Pabrėžiame, kad reikia paaiškinti simbolių reikšmę.

Žodinė lygtis

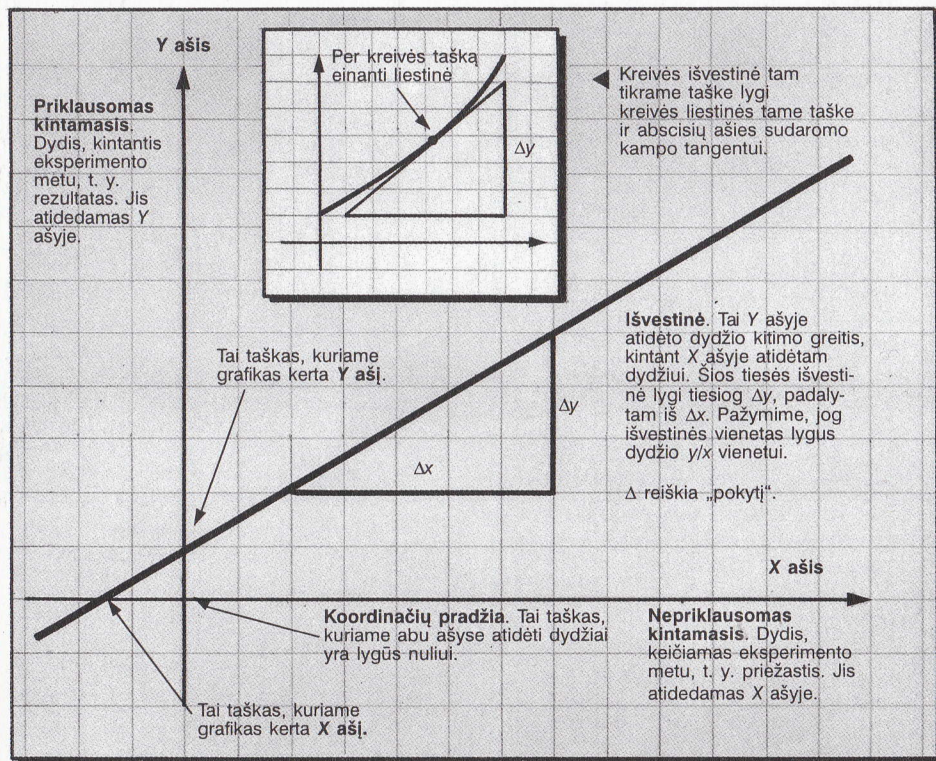
$$\text{Tankis} = \frac{\text{masė}}{\text{tūris}}.$$

Simbolių lygtis

$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$, arba $Q = mc(t_2 - t_1)$;
čia Q — gautas ar atiduotas šilumos kiekis, m — masė, c — savitoji šiluma, t_1 ir t_2 — temperatūra.

Grafikai

Grafikas — tai vizualinis dviejų dydžių tarpusavio ryšio pavaizdavimas. Jis rodo, kaip vienas dydis priklauso nuo kito. Grafiko taškai žymimi atsižvelgiant į eksperimentais išmatuotas dydžių vertes arba taikant ryšio (jei jis žinomas) lygtis. Atidėti dydžiai vadinami **kintamaisiais**.



Simboliai

Simboliai naudojami **fizikiniams dydžiams** žymėti. Fizikinį dydį apibūdina jo skaitinė vertė ir matavimo vienetas. Taigi kiekvienas simbolis vaizduoja skaičių ir matavimo vienetą.

Simboliai žymi skaičių ir matavimo vienetą:

m = 2,1 kg; c = 400 J/(kg·K).

„Rezistoriumi tekančios srovės stipris = I" (t. y. nebūtina sakyti I amperų, nes matavimo vienetas jau įskaitytas).

Simbolis, padalytas iš matavimo vieneto, yra tik skaičius:

m = 2,1 kg reiškia, kad m/kg = 2,1.

Tokie žymenys vartojami lentelėse ir grafinių priklausomybių ašyse.

Bet kuris šio stulpelio skaičius išreiškia ilgį metrais.

l/m	t^2/s²
0,9	3,6
1,0	4,0
1,1	4,4
1,2	4,8

Bet kuris šio stulpelio skaičius išreiškia sekundėmis išmatuoto laiko kvadratą.

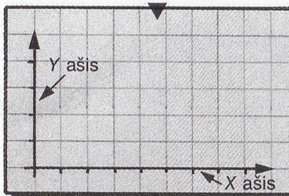
Bet kuris šios ašies skaičius išreiškia jėgą niutonais.



Bet kuris šios ašies skaičius išreiškia ilgį milimetrais.

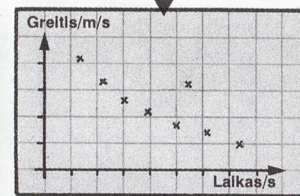
Grafikų braižymas

1. Per eksperimentą keičiamas dydis paprastai atidedamas X ašyje, o kintamasis dydis — Y ašyje.



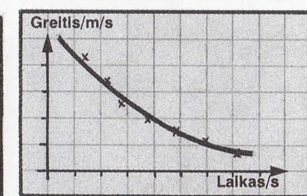
2. Ašių skalės turėtų būti parinktos taip, kad dydžius būtų lengva surasti (reikėtų vengti koordinačių tinklo, kurio kvadratai atitiktų skaičiaus trijų kartotinius).

3. Ašis reikėtų žymėti simboliais, nusakančiais dydį (ar dydžio pavadinimą) ir jo matavimo vienetą, pvz., ilgis/mm.



4. Grafiko taškus reikėtų žymėti taip: × arba ⊙.

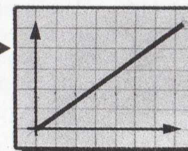
5. Glotnią kreivę arba tiesę reikia brėžti taip, kad geriausiai atitiktų taškus (tai būtina, nes kai kurie fizikiniai dydžiai paprastai susiję skirtingu



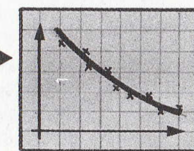
būdu). Tiesiogiai sujungdami taškus, glotnios kreivės dažniausiai negausime, nes bus eksperimento paklaidų.

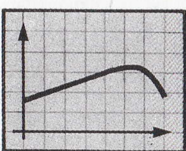
Grafikų teikiama informacija

Tiesi linija, einanti per koordinačių pradžią, rodo, kad ašyse atidėti dydžiai tiesiog proporcingi vienas kitam (t. y. jei vienas jų dvigubai padidėja, tai ir kitas tiek pat padidėja).

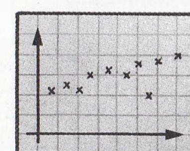


Taškų nuokrypis nuo glotnios kreivės rodo duomenų paklaidas dėl eksperimento procedūros, prietaisų ir matavimo netikslumų (tai būdinga kiekvienam eksperimentui).





Grafikas parodo sritį, kurioje dviejų dydžių ryšys yra tiesinis (t. y. vienam iš jų pakitus fiksuotu dydžiu, kitas visuomet pakinta tuo pačiu dydžiu). Šis grafikas turi tiesinės priklausomybės sritį.



Didelis atskirų taškų nuokrypis nuo kreivės tikriausiai susijęs su nemažomis tos dalies eksperimento paklaidomis. Tačiau šių taškų ignoruoti negalima — juos reikia patikrinti ir, jei įmanoma, išmatuoti dar kartą.

Matavimas

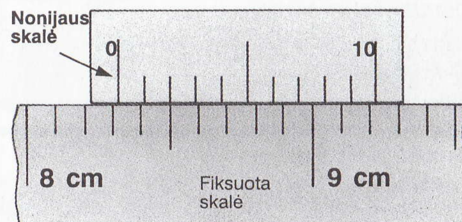
Ilgio matavimas

Pasirenkamas ilgio matavimo metodas priklauso nuo ilgio didumo. Metrinė liniuotė naudojama 50 mm ar didesniam ilgiui matuoti. Mažiausia jos padala paprastai būna 1 mm, taigi ilgį galima įvertinti 0,5 mm tikslumu. Kai ilgis mažesnis už 50 mm, tokia paklaida jau nepriimtina (taip pat žr. **atskaitos paklaidą**, p. 103). Tuomet naudojama **nonijaus skalė**. Labai mažam ilgiui (iki 0,01 mm) matuoti naudojamas **mikrometras**.

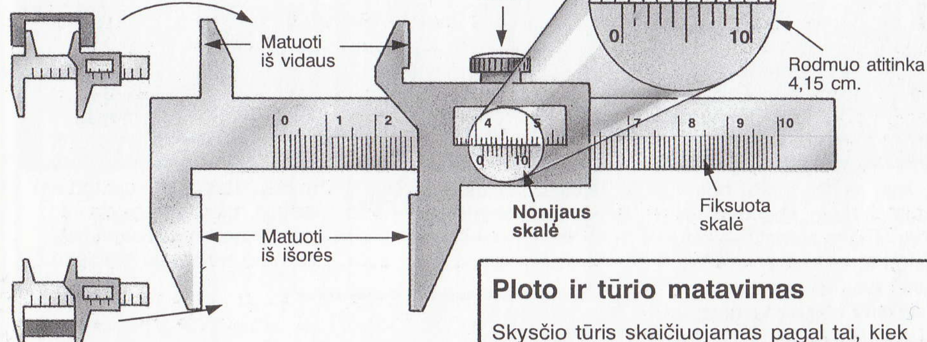
- **Nonijaus skalė**. Trumpa skalė, slenkanti išilgai fiksuotos skalės. Nonijaus skalės nulinės padalos padėtį fiksuotoje skalėje galima rasti labai tiksliai. Ši skalė naudojama tokiuose matavimo prietaisuose, kaip **slankmatis**.

Nonijaus skalės nulinės padalos padėties radimo būdas

1. Apytiksliai nustatoma nonijaus skalės nulinės padalos padėtis; šiuo atveju — 8,3 cm.
2. Nonijaus skalėje randama padala, kuri sutampa su fiksuotos skalės padala; šiuo atveju — 2.
3. Šis skaičius prirašomas iš dešinės prie ankstesniojo; taigi tikslus skaičius yra 8,32 cm.



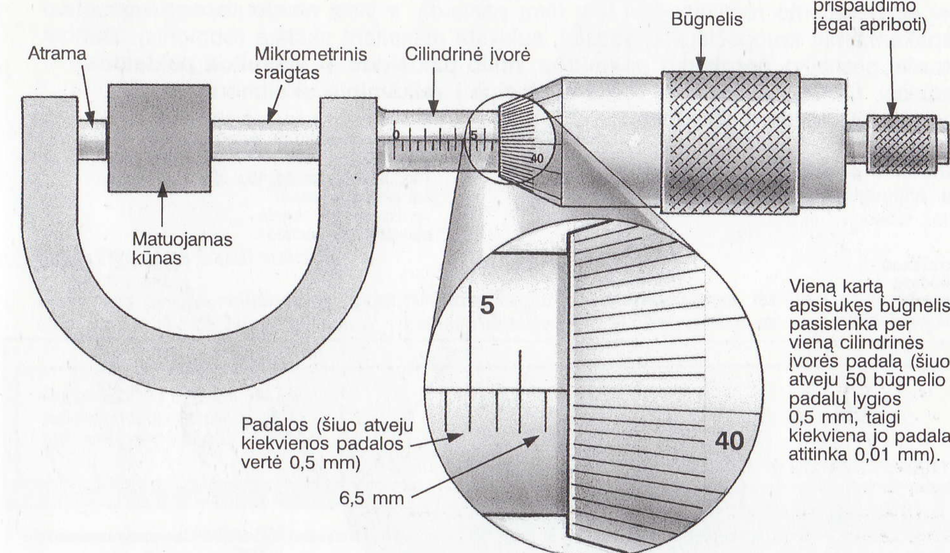
- **Slankmatis**. Nonijaus skalę turintis prietaisas, naudojamas ilgiui nuo 10 mm iki 100 mm matuoti.



Matavimo būdas

1. Suglauskite slankmačio žiaunas ir patikrinkite, ar nonijaus skalės nulis sutampa su fiksuotos skalės nuliu. Jei ne, įsidėmėkite tai, atskaitydami rodmenį (tai **nulio paklaida***).
2. Išskėskite arba suglauskite slankmačio žiaunas, matuodami kūną.
3. Tvirtinimo varžtu užfiksuokite judamąją slankmačio dalį.
4. Perskaitykite skalės rodmenį.
5. Norėdami rasti tikslų dydį, prie perskaityto rodmens pridėkite arba iš jo atimkite nulio paklaidą (žr. 1).

- **Mikrometras**. Prietaisas ilgiui iki 30 mm tiksliai matuoti.



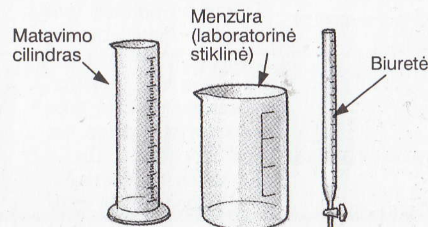
Matavimo būdas

1. Apskaičiuokite būgnelio skalės padalos vertę (žr. schemą).
2. Frikciniu mechanizmu visiškai suglauskite prietaiso žiaunas. Būgnelio skalės nulis turėtų sutapti su horizontaliąja atskaitos linija. Jei nesutampa, įsidėmėkite **nulio paklaidą***.
3. Tarp žiaunų įsprauskite matuojamą kūną ir frikciniu mechanizmu suglauskite žiaunas.
4. Įsidėmėkite didžiausią matomą cilindrinės įvorės skalės žymę (šiuo atveju — 6,5 mm).
5. Įsidėmėkite būgnelio padalą, kuri sutampa su horizontaliąja skalės atskaitos linija (šiuo atveju — 0,41 mm).
6. Norėdami gauti tikslų rezultatą (šiuo atveju — 6,91), sudėkite šiuos du rodmenis ir prie jų pridėkite arba iš jų atimkite nulio paklaidą (žr. 2).

Ploto ir tūrio matavimas

Skysčio tūris skaičiuojamas pagal tai, kiek erdvės jis užima inde. Vidinis indo tūris vadinamas jo **talpa**. Talpos matavimo vienetas yra **litras** (l), lygus 10^{-3} m^3. Pabrėžiame, kad 1 ml = 1 cm^3. Skysčio tūris matuojamas naudojant sugraduotus indus.

Sugraduotų indų tūriui matuoti pavyzdžiai



Taisyklingos formos kietųjų kūnų paviršiaus plotas ir tūris apskaičiuojamas žinant tiesinius kūnų matmenis (žr. toliau).

Netaisyklingos formos kietųjų kūnų tūrio apskaičiavimą žr. p. 24 (**Archimedo kolba**).

Taisyklingos formos kūnas	Stačiakampis tašelis	Rutulys	Ritinys
Matuojama **slankmačiu** arba **mikrometru**	h — aukštis b — plotis l — ilgis	r — spindulys	r — spindulys l — ilgis
Kūno tūris V apskaičiuojamas pagal formulę	$V = lbh$	$V = 4/3\pi r^3$	$V = \pi r^2 l$
Kūno paviršiaus plotas S apskaičiuojamas pagal formulę	$S = 2bl + 2hl + 2hb$ Viršutinė ir apatinė siena; Šoninės sienos; Galinės sienos	$S = 4\pi r^2$	$S = 2\pi rl + 2\pi r^2$ Kreivasis paviršius; Galai

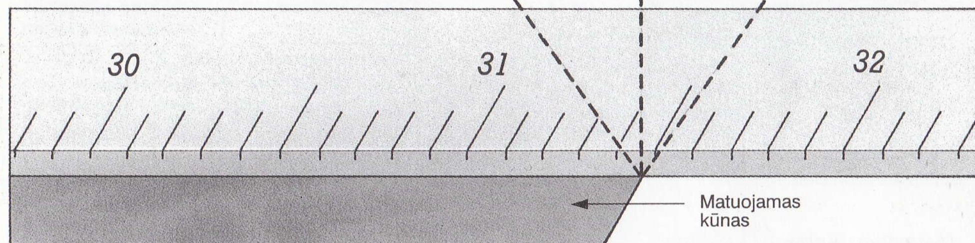
*Nulio paklaida, 102; SI vienetai, 96.

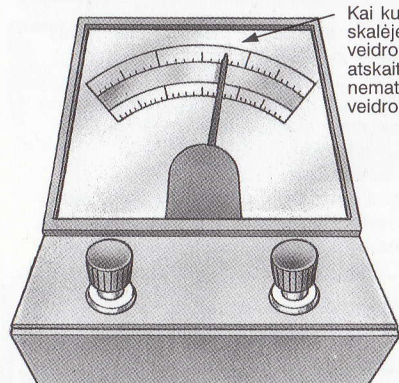
*Nulio paklaida, 102.

Tikslumas ir paklaidos

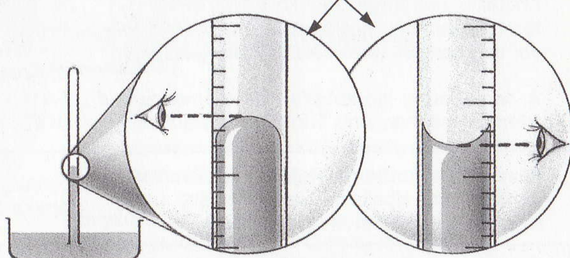
Visi eksperimento rezultatai turi tam tikrą paklaidą, ir visai ne dėl to, kad matuota nepakankamai kruopščiai (pavyzdžiui, suklysta atskaitant skalėje rodmenis). Dažniausiai pasitaiko **paralakso paklaidos, nulio paklaidos** ir **atskaitos paklaidos.** Vadinasi, fiksuojant rezultatą, reikia atsižvelgti į **reikšminių skaitmenų** skaičių, apibrėžiantį rezultato tikslumą.

• **Paralakso paklaida**. Ji atsiranda tuomet, kai, atskaitant rezultatą, akis yra ne tiksliai prieš skalę.





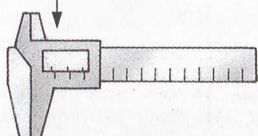
Kai kurių rodyklinių prietaisų skalėje už rodyklės yra veidrodis. Tikslus rodmuo atskaitomas tada, kai akis nemato rodyklės atvaizdo veidrodyje.

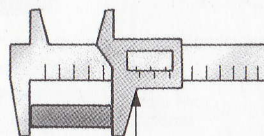


Kad išvengtumėte paralakso paklaidų, skysčio lygio rodmenis atskaitykite tada, kai akių aukštis sutampa su **menisko*** viršumi arba dugnu.

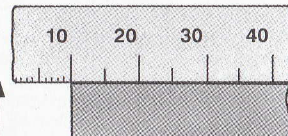
• **Nulio paklaida**. Ji atsiranda tada, kai prietaisas nerodo tikslaus nulio. Tokį prietaisą reikia sureguliuoti, kad rodytų nulį, arba įsidėmėti „nulio rodmenį", kad vėliau matuojant būtų galima jį pridėti arba atimti.

Suglaustas **slankmatis*** rodo 0,2 mm (o turėtų rodyti nulį). Tai **nulio paklaida.**





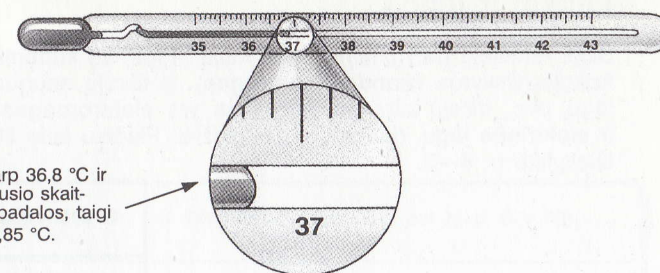
0,2 mm reikia atimti iš kitų matavimo duomenų (šiuo atveju matomas rodmuo 53,9, bet tikrasis ilgis yra 53,9 – 0,2, t. y. 53,7 mm).



Metrinės liniuotės nulio paklaida gali atsirasti nusidėvėjus liniuotės galui. Tuomet reikia matuoti nuo 10 mm linijos ir iš matavimo rezultato atimti 10 mm.

*Meniskas, 115; Slankmatis, 100.

• **Atskaitos paklaida**. Ji atsiranda atskaitant tarp dviejų skalės padalų esantį rodmenį.



Termometro rodmuo yra tarp 36,8 °C ir 36,9 °C. Geriausias artimiausio skaitmens įvertinimas — pusė padalos, taigi rezultatas galiausiai yra 36,85 °C.

Reikšminiai skaitmenys

Kurio nors dydžio **reikšminiais skaitmenimis** vadinami visi skaitmenys, išskyrus priekyje esančius nulius (išimtis žiūrėkite toliau); į kablelį neatsižvelgiama. Jie nusako rodmens paklaidą.

Rodmuo 3704 mm turi keturis **reikšminius skaitmenis**. Šį rodmenį galima užrašyti taip:

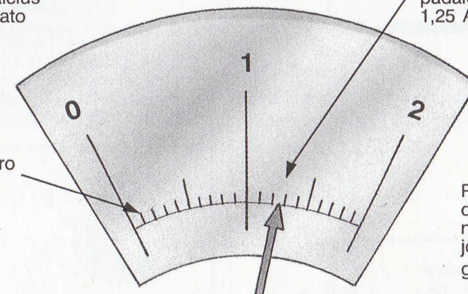
3 704 mm
3,704 m
0,003 704 km

1-asis reikšminis skaitmuo

4-asis reikšminis skaitmuo

Pabrėžiame, jog priekyje esantys nuliai nėra reikšminiai skaitmenys, jie parodo dydžio eilę.

Reikšminių skaitmenų skaičius nusako rodmens ar rezultato tikslumą.



Geriausia prielaida — pusė padalos, taigi rodmuo yra 1,25 A.

Trys reikšminiai skaitmenys rodo, kad išmatuoto dydžio tikslumas yra 0,05 A.

Mažiausia ampermetro skalės padala 0,1 A.

Rodmenys, kurie turi daugiau reikšminių skaitmenų, pvz., 1,2518 A, reiškia, jog jų tikslumas didesnis už galimą šios skalės paklaidą.

• **Apvalinimas**. Reikšminių skaitmenų skaičiaus sumažinimo procedūra. Paskutinysis reikšminis skaitmuo atmetamas, o naujas paskutinysis skaitmuo pakeičiamas atsižvelgiant į atmestąjį.

7,3925	(pateikti 5 reikšminiai skaitmenys)
≈7,393	(suapvalinta iki 4 reikšminių skaitmenų)
≈7,39	(suapvalinta iki 3 reikšminių skaitmenų)
≈7,4	(suapvalinta iki 2 reikšminių skaitmenų)
≈7	(suapvalinta iki 1 reikšminio skaitmens)
0,08873	(pateikti 4 reikšminiai skaitmenys)
≈0,0887	(suapvalinta iki 3 reikšminių skaitmenų)
≈0,089	(suapvalinta iki 2 reikšminių skaitmenų)
≈0,09	(suapvalinta iki 1 reikšminio skaitmens)

Skaičius

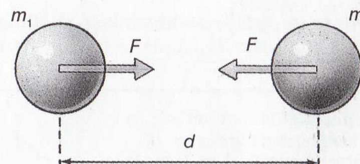
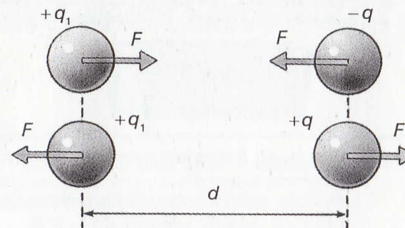
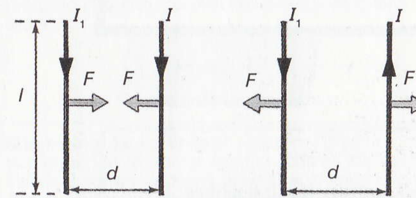
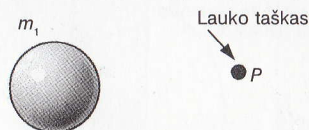
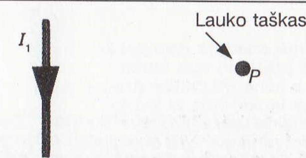
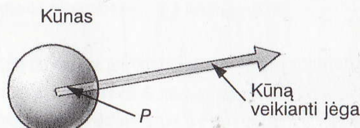
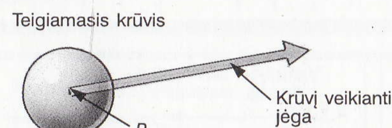
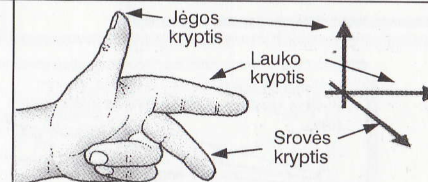
29,000	pateiktas 5 reikšminių skaitmenų tikslumu
=29,0	(pateiktas 3 reikšminių skaitmenų tikslumu)
=29	(pateiktas 2 reikšminių skaitmenų tikslumu)
≈ 30	(pateiktas 1 reikšminio skaitmens tikslumu)

Paskutiniuoju atveju 0 — nereikšminis skaitmuo, bet jį reikia rašyti (žr. toliau).

Kai skaičiai dideli, kaip antai 283 000, neįmanoma pasakyti, kiek reikšminių skaitmenų pateikta (pirmieji trys turi būti reikšminiai), nes nurodyti nuliai, nusakantys eilę. Šio neapibrėžtumo išvengiama taikant **rodiklinį žymėjimą** (žr. p. 109).

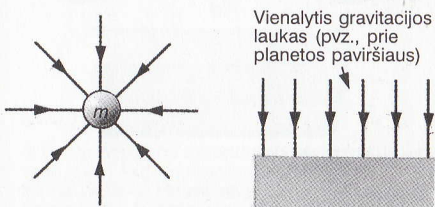
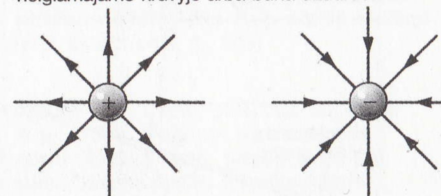
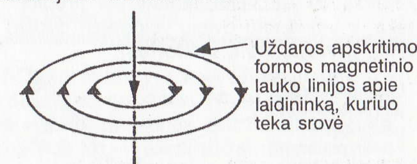
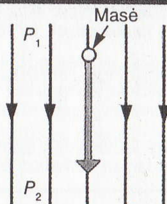
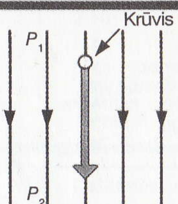
Laukai ir jėgos

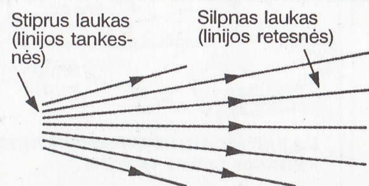
Šioje lentelėje palyginamos trijų rūšių jėgos, su kuriomis paprastai susiduriama fizikoje (išskyrus **branduolines jėgas**). Iš tikrųjų dauguma fizikoje nagrinėjamų jėgų, pvz., dviejų kūnų **sąlyčio jėga**, yra **elektromagnetinės jėgos** — **magnetinės** ir **elektrinės jėgų** derinio — pavyzdžiai. Plačiau apie šias ir kitas jėgas skaitykite p. 6—7.

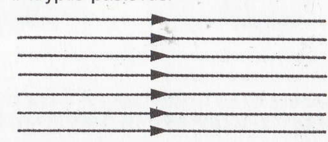
	Gravitacijos jėga (taip pat žr. p. 6 ir 18)	**Elektrinė jėga** (taip pat žr. p. 6 ir 58)	**Magnetinė jėga** (taip pat žr. p. 6 ir 70)
Jėgų tipai. Jėgos gali veikti tik tarp dviejų masių, krūvių bei srovių, be to, abu objektus veikiančių jėgų didumas vienodas (taip pat žr. **trečiąjį Niutono dinamikos dėsnį**, p. 13). Jėgos veikia tarp tos pačios rūšies objektų, pvz., tarp dviejų masių, bet ne tarp masės ir srovės.	Jėga veikia tarp dviejų turinčių masę kūnų. Tai visuomet traukos jėga.  $$F = G\frac{m_1 m}{d^2}.$$ $G = 6{,}7\cdot10^{-11}$ Nm²/kg² *G* yra **gravitacijos konstanta***. Maža jos vertė rodo, kad gravitacijos jėga yra reikšminga tik tada, kai vienas iš kūnų labai didelis (pvz., planeta).	Jėga veikia tarp dviejų krūvių. Jeigu jie įvairiarūšiai, t. y. vienas neigiamas, o kitas teigiamas, tai tarp jų veikianti jėga yra traukos jėga, jei vienarūšiai, — stūmos jėga.  $$F = k\frac{q_1 q}{d^2}.$$ Ore $k = 9\cdot10^9$ Nm²/C². Tokia didelė *k* vertė rodo, kad įvairiarūšius krūvius išskirti sunku.	Jėga veikia tarp dviejų kūnų, kuriais teka srovė. Jei srovė abiem kūnais teka ta pačia kryptimi, turime traukos jėgą, jei priešingomis kryptimis, — stūmos jėgą.  $$F = k_B\frac{I_1 I l}{d}.$$ Ore $k_B = 2{,}7\cdot10^{-7}$ N/A². Tokia maža vertė rodo, kad magnetinė jėga yra silpna, palyginti su elektrine.
Jėgos apibūdinimas jėgos lauku. Jėgos laukas — tai apie objektą (masę, krūvį ar srovę) esanti sritis, kurioje galima aptikti jėgos veikimą (gravitacinį, elektrinį ar magnetinį; taip pat žr. p. 6).	 Masės m_1 kūnas aplink save kuria **gravitacijos lauką** (žr. **lauko stiprį**, p. 106). Kitas kūnas, patekęs į bet kurį masės m_1 kūno gravitacijos lauko tašką (pvz., *P*), patiria gravitacijos jėgos poveikį. Taigi kūnas kuria gravitacijos lauką ir kartu yra veikiamas gravitacijos lauko.	 Krūvis q_1 aplink save kuria **elektrinį lauką*** (žr. **lauko stiprį**, p. 106). Kitas krūvis, patekęs į bet kurį krūvio q_1 elektrinio lauko tašką (pvz., *P*), patiria elektrinės jėgos poveikį. Taigi krūvis kuria elektrinį lauką ir kartu yra veikiamas elektrinio lauko.	 Srovė I_1 erdvėje aplink laidininką kuria **magnetinį lauką*** (žr. **lauko stiprį**, p. 106). Kitas laidininkas, kuriuo teka srovė, patekęs į srovės I_1 sukurto magnetinio lauko tašką *P*, patiria magnetinės jėgos poveikį. Taigi srovė kuria magnetinį lauką ir pati yra magnetinio lauko veikiama.
Lauko kryptis. Nustatoma stebint, kaip laukas veikia jame esantį objektą (masę, krūvį ar srovę).	 Gravitacijos lauko kryptis taške *P* — tai kūną, kurio masė sutelkta taške *P*, veikiančios jėgos kryptis.	 Elektrinio lauko kryptis taške *P* — tai jėgos, veikiančios teigiamąjį krūvį taške *P*, kryptis.	 Magnetinio lauko kryptį taške *P* nusako **kairiosios rankos taisyklė***.

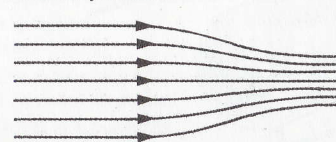
*Gravitacijos konstanta, 18 (Niutono gravitacijos dėsnis).

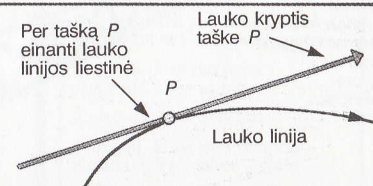
*Elektrinis laukas, 58; Kairiosios rankos taisyklė, 76; Magnetinis laukas, 72.

	Gravitacijos jėga	Elektrinė jėga	Magnetinė jėga
Lauko stipris. Jis randamas matuojant lauko jėgos poveikį tame lauke esančiam objektui (masei, krūviui ar srovei).	Norint išmatuoti masės m_1 kūno kuriamo gravitacijos lauko stiprį g taške P, reikia tame taške padėti bandomąjį masės m kūną ir išmatuoti jį veikiančią gravitacijos jėgą F. Tuomet $g = \frac{\text{gravitacijos jėga } (F)}{\text{masė } (m)}$, arba $F = mg$. Lygindami šią lygybę su anksčiau pateikta gravitacijos jėgos išraiška, nustatome, kaip lauko stipris g priklauso nuo atstumo d iki masės m_1 kūno: $g = G\frac{m_1}{d^2}$.	Norint išmatuoti krūvio q_1 kuriamo elektrinio lauko stiprį E taške P, reikia tame taške padėti bandomąjį teigiamąjį krūvį q ir išmatuoti jį veikiančią elektrinę jėgą F. Tuomet $E = \frac{\text{elektrinė jėga } (F)}{\text{krūvis } (q)}$, arba $F = qE$. Lygindami šią lygybę su anksčiau pateikta elektrinės jėgos išraiška, nustatome, kaip lauko stipris E priklauso nuo atstumo d iki krūvio q_1: $E = k\frac{q_1}{d^2}$.	Norint išmatuoti srovės I_1 kuriamo magnetinio lauko indukciją B taške P, reikia tame taške padėti ilgio l laidininką, kuriuo teka srovė I, ir išmatuoti jį veikiančią magnetinę jėgą F. Tuomet $B = \frac{\text{magnetinė jėga } (F)}{\text{srovė} (I) \times \text{ilgis } (l)}$, arba $F = BIl$. Lygindami šią lygybę su anksčiau pateikta magnetinės jėgos išraiška, nustatome, kaip magnetinė indukcija B priklauso nuo atstumo d iki laidininko, kuriuo teka srovė I_1: $B = k_B\frac{I_1}{d}$.
Vaizdavimas lauko linijomis. Lauko linijos (**srauto linijos** arba **jėgos linijos**) naudojamos tada, kai reikia vaizdžiai parodyti lauko stiprį ir jo kryptį (žr. toliau). Lauko linijos niekuomet nesusikerta, kitaip viename taške jo kryptis būtų įvairi.	**Gravitacijos lauko linijos** visuomet baigiasi kūne. 	**Elektrinio lauko jėgų linijos** visuomet prasideda teigiamajame krūvyje ir baigiasi jam lygiame neigiamajame krūvyje arba būna uždaros. 	**Magnetinio lauko linijos*** neturi nei pradžios, nei pabaigos, jos visuomet sudaro uždaras kilpas, mat šiaurinis ir pietinis polius atskirai egzistuoti negali. Tuo iš esmės magnetinis laukas skiriasi nuo gravitacijos ir elektrinio lauko. 
Potencinė energija (taip pat žr. p. 8). Ji priklauso nuo **lauko stiprio** ir kūno (jo masės **gravitacijos lauke** arba jo krūvio **elektriniame lauke***). Lauko taško **potencialas*** yra energija, tenkanti vienetinei masei arba vienetiniam krūviui. Potencialas priklauso tik nuo lauko. Paprastai svarbus tik dviejų taškų **potencialų skirtumas***. Potencialą galima nusakyti pasirinkus atskaitos sistemą. Tuomet taško potencialas bus lygus to taško ir pasirinktos atskaitos pradžios potencialų skirtumui.	Dviejų taškų gravitacijos potencialų skirtumas lygus darbui, kuris atliekamas perkeliant vienetinės masės kūną tarp tų taškų prieš lauko jėgos kryptį. $\text{Gravitacijos potencialų skirtumas} = \frac{\text{atliktas darbas}}{\text{masė}}$. Gravitacijos potencialas mažėja, taškui judant išilgai jėgos linijos lauko kryptimi (rodyklės kryptimi). Taško P_1 gravitacijos potencialas didesnis už taško P_2. 	Dviejų taškų elektrinis potencialų skirtumas lygus darbui, kuris atliekamas perkeliant vienetinį teigiamąjį krūvį tarp tų taškų prieš lauko jėgos kryptį. $\text{Elektrinis potencialų skirtumas} = \frac{\text{atliktas darbas}}{\text{krūvis}}$. Elektrinis potencialas mažėja, taškui judant išilgai lauko linijos lauko kryptimi (rodyklės kryptimi). Taško P_1 elektrinis potencialas didesnis už taško P_2. 	Magnetinį potencialą apibrėžti daug sunkiau negu gravitacijos ar elektrinio lauko potencialą, nes magnetinis laukas yra sūkurinis. Judėdamas apskritimu (kaip viršuje pateiktame brėžinyje), taškas sugrįžta į tą pačią vietą, kurios potencialas turėtų būti toks pat, nors taškas ir judėjo išilgai jėgos linijos. Tai rodo, kad magnetinį potencialą apskaičiuoti sudėtinga.









*Elektrinis laukas, Potencialas, Potencialų skirtumas, 58.

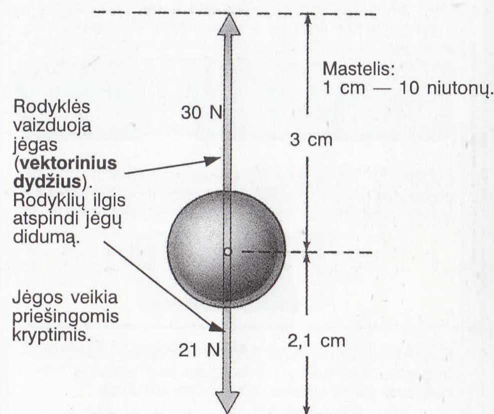
*Magnetinio lauko linijos, 72.

Vektoriniai ir skaliariniai dydžiai

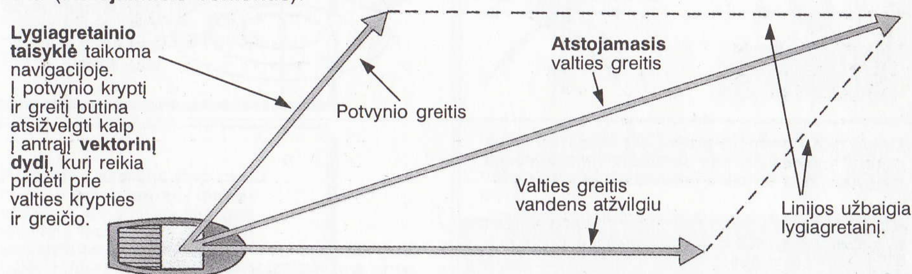
Fizikiniai dydžiai būna arba **skaliariniai**, arba **vektoriniai**, priklausomai nuo to, ar jie turi ne tik savo vertę (modulį), bet ir kryptį.

- **Skaliarinis dydis**. Dydis, apibūdinamas vien skaitine verte (moduliu), pvz., masė, laikas, energija, tankis.

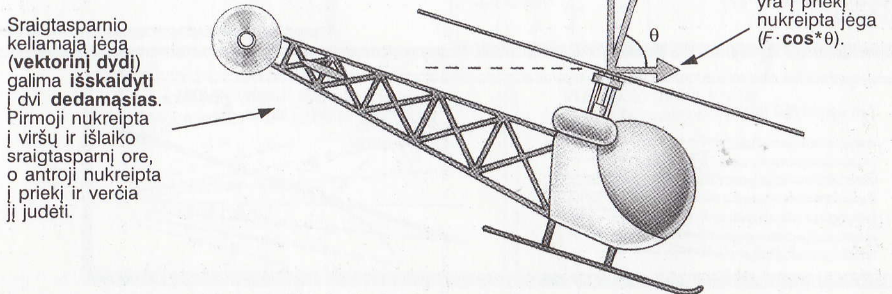
- **Vektorinis dydis**. Dydis, apibūdinamas tiek skaitine verte (moduliu), tiek kryptimi, pvz., jėga, poslinkis, greitis ir pagreitis. Nusakant vektorinį dydį, reikia kokiu nors būdu nurodyti jo modulį ir kryptį. Paprastai tokie dydžiai grafiškai vaizduojami rodyklėmis. Jų ilgis atspindi vektoriaus modulio didumą (tam tikru pasirinktu masteliu), o rodyklės kryptis — vektoriaus kryptį.



- **Lygiagretainio taisyklė**. Taisyklė, taikoma **vektoriniams dydžiams** sudėti. Du vektoriniai dydžiai atidedami iš vieno taško taip, kad sudarytų dvi lygiagretainio kraštines, o vėliau baigiamas nubraižyti visas lygiagretainis. Jo įstrižainė, einanti per pradinį tašką, ir yra duotų dviejų vektorinių dydžių suma (**atstojamasis vektorius**).



- **Skaidymas**. Taip vadinamas vieno **vektorinio dydžio** padalijimas į dvi **dedamąsias**. Paprastai šios dedamosios būna statmenos viena kitai. Tuomet kiekviena dedamoji atspindi atstojamąjį vektorinio dydžio veikimą ta kryptimi.



*Kosinusas, Sinusas, 115.

Skaičių užrašymas

Labai dideliems arba labai mažiems skaičiams (pvz., 10 000 000 arba 0,000 001) užrašyti sugaištama daug laiko, be to, juos sunku perskaityti. Dėl to vartojamas **rodiklinis** (eksponentinis) skaičių **žymėjimas**: dešimtainio kablelio padėtį nurodo skaičiaus 10 laipsnio rodiklis.

1 000 000	$= 10^6$	arba „dešimt šeštuoju laipsniu"
100 000	$= 10^5$	arba „dešimt penktuoju laipsniu"
10 000	$= 10^4$	arba „dešimt ketvirtuoju laipsniu"
1 000	$= 10^3$	arba „dešimt trečiuoju laipsniu"
100	$= 10^2$	arba „dešimt antruoju laipsniu"
10	$= 10^1$	arba „dešimt pirmuoju laipsniu"
1	$= 10^0$	bet kuris skaičius „nuliniu laipsniu" lygus vienetui
0,1	$= 10^{-1}$	arba „dešimt minus pirmuoju laipsniu"
0,01	$= 10^{-2}$	arba „dešimt minus antruoju laipsniu"
0,001	$= 10^{-3}$	arba „dešimt minus trečiuoju laipsniu"
0,000 1	$= 10^{-4}$	arba „dešimt minus ketvirtuoju laipsniu"
0,000 01	$= 10^{-5}$	arba „dešimt minus penktuoju laipsniu"
0,000 001	$= 10^{-6}$	arba „dešimt minus šeštuoju laipsniu"

Pabrėžiame, jog neigiamasis laipsnio rodiklis reiškia „vienetą, padalytą iš ...", taigi $10^{-3} = 1/10^3 = 1/1000$. Ta pati taisyklė taikoma ir matavimo vienetams, pvz., kg·m^{-3} reiškia kg/m^3, arba kilogramą kubiniam metrui.

Dauginant skaičius, jų rodikliai sudedami, pvz., $10^5 \cdot 10^{-3}$ (= 100 000·1/1000) = $= 10^{5-3} = 10^2 = 100$.

- **Standartinė išraiška**. Skaičiaus išraiška, kurioje prieš dešimtainį kablelį visuomet yra vienas skaitmuo, o po paties skaičiaus eina skaičiaus 10 laipsnis; jo rodiklis nusako skaičiaus **dydžio eilę** (taip pat žr. **reikšminius skaitmenis**, p. 103).

Standartinės išraiškos skaičių pavyzdžiai	
56 342	$5{,}6342 \cdot 10^4$
4 000	$4 \cdot 10^3$ (tarus, kad nuliai nereikšminiai)
23,3	$2{,}33 \cdot 10^1$
0,98	$9{,}8 \cdot 10^{-1}$
0,00211	$2{,}11 \cdot 10^{-3}$

- **Dydžio eilė**. Dydis, pateiktas dešimties ar jai artimu tikslumu. Norint įvertinti apskaičiuotąją vertę, svarbu žinoti kai kurių fizikinių dydžių eilę. Sakykime, žmogaus masė yra apie 60 kg. Taigi skaičiavimo rezultatas 50 kg arba 70 kg yra visiškai priimtinas, bet rezultatas 6 kg arba 600 kg — akivaizdžiai neteisingas.

Tipinės kai kurių dydžių eilės

Pavadinimas	Masė/kg
Žemė	$5 \cdot 10^{24}$
Automobilis	$5 \cdot 10^3$
Žmogus	$5 \cdot 10^1$
Maišelis cukraus	1
Apelsinas	$2 \cdot 10^{-1}$
Golfo kamuoliukas	$5 \cdot 10^{-2}$
Stalo teniso kamuoliukas	$2 \cdot 10^{-3}$
Protonas	$2 \cdot 10^{-27}$
Elektronas	10^{-30}

Pavadinimas	Ilgis/m
Galaktikos spindulys	10^{19}
Saulės sistemos spindulys	10^{11}
Žemės spindulys	$5 \cdot 10^6$
Everesto viršukalnės aukštis	10^4
Žmogaus ūgis	2
Popieriaus storis	10^{-4}
Šviesos bangos ilgis	$5 \cdot 10^{-7}$
Atomo spindulys	10^{-10}
Branduolio spindulys	10^{-14}

Pavadinimas	Laikas/s
Žemės amžius	$2 \cdot 10^{17}$
Laikas, praėjęs nuo žmogaus atsiradimo	10^{13}
Žmogaus gyvenimo trukmė	$2 \cdot 10^9$
Metų trukmė	$3 \cdot 10^7$
Dienos trukmė	$9 \cdot 10^4$
Laiko tarpas tarp širdies dūžių	1
Fotoaparato išlaikymas	10^{-2}
Polonio-214 pusamžis	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$
Laikas, per kurį šviesa nueina 1 m	$3 \cdot 10^{-9}$

Pavadinimas	Energija/J
Energija, kurią Saulė išspinduliuoja per sekundę	10^{26}
San Franciske per žemės drebėjimą (1906 m.) išsiskyrusi energija	$3 \cdot 10^{17}$
Energija, kuri išsiskiria dalijantis 1 kg urano	10^{11}
Žaibo išlydžio energija	10^9
Energija, kurią per valandą išskiria 1 kW galios viryklė	$4 \cdot 10^6$
Golfo kamuoliuko kinetinė energija	20

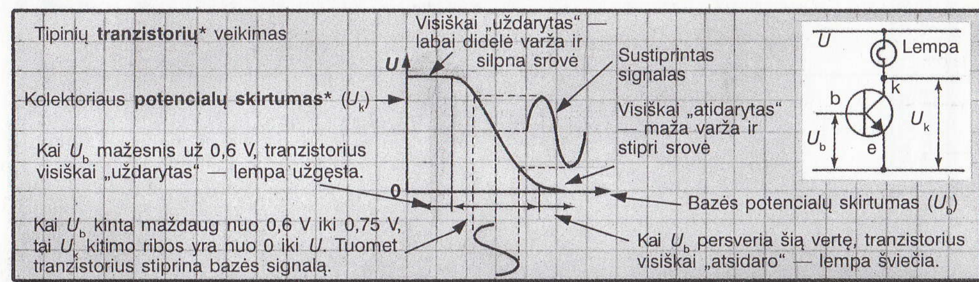
Elektrinių grandinių simboliai

Šioje lentelėje pateikti pagrindiniai simboliai, vaizduojantys elektrinės grandinės elementus (taip pat žr. p. 60—65).

Jungiamasis laidas	Laidų susikirtimas	Laidų sujungimas	Įžeminimas	Gnybtai	Jungiklis
Galvaninis elementas	Baterija		Kintamosios srovės šaltinis	Rezistorius	arba
Kondensatorius	Elektrolitinis kondensatorius +		Kintamasis kondensatorius	Kintamasis rezistorius	Potenciometras
Diodas	Šviesos diodas		Kaitinamoji lempa	Fotorezistorius	Saugiklis
Galvanometras	Ampermetras (A)		Induktyvumo ritė be šerdies	Induktyvumo ritė su šerdimi	Transformatorius
Miliampermetras (mA)	Voltmetras (V)		Relė	Garsiakalbis	Mikrofonas
npn tranzistorius	Lauko tranzistorius		Stiprintuvas	Inverteris (loginis elementas NE)	Elementas ARBA
pnp tranzistorius			Elementas NE-ARBA	Elementas IR	Elementas NE-IR

Tranzistoriai ir loginiai elementai

Tranzistoriai* gali būti naudojami elektrinių signalų (pavyzdžiui, mikrofono) stiprinimui, taip pat taikomi kaip elektroniniai jungikliai. Jie plačiai taikomi sudėtingose sistemose, kaip antai kompiuteriuose. Tranzistoriai pakeitė gerokai už juos didesnes ir lėtesnes lempas bei **reles***.



Loginiai elementai

Tranzistoriaus „atidaryta“ ir „uždaryta“ būsena taikoma skaičiams 0 ir 1 žymėti. Tokios elektrinės grandinės vadinamos **skaitmeninėmis** (kitos grandinės yra **analoginės**). Tranzistorius derinant su kitais elementais, konstruojamos elektrinės grandinės, atliekančios logines operacijas.

Pagrindinių loginių operacijų **teisingumo lentelė**

Įėjimas	NE
0	1
1	0

Išėjimas, Įėjimas

A	B	ARBA	NE-ARBA
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

Įėjimai: A, B — ARBA; A, B — NE-ARBA

A	B	IR	NE-IR
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Įėjimai: A, B — IR; A, B — NE-IR

Šiuos loginius elementus derinant su kitomis tranzistorių grandinėmis, konstruojamos sudėtingos grandinės, gebančios atlikti matematines operacijas, pvz., sudėtį. Jos vadinamos **integrinėmis grandinėmis** ir sudarytos iš tūkstančių elementų bei jungčių, sumontuotų nedidelėje silicio plokštelėje.

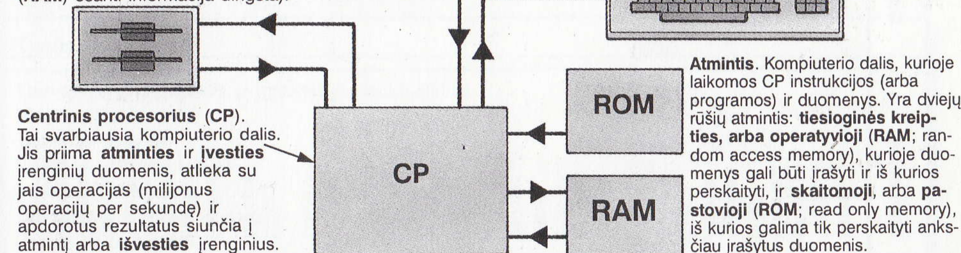
Kompiuteriai

Integrinės grandinės leidžia sutalpinti daugelį tūkstančių loginių elementų viename mažyčiame elemente, vadinamame mikroschema. Kompiuterio centrinis procesorius (žr. toliau) gali būti sumontuotas vienoje mikroschemoje.

Tipinė kompiuterio schema

Diskasūkiai yra tipiniai duomenų įvesties ir išvesties įrenginiai. Diskai gali sukaupti daug kartų daugiau duomenų negu kompiuterio **atmintis**, be to, išlaiko juos net tada, kai kompiuteris išjungiamas iš tinklo (**tiesioginės kreipties atmintyje** (**RAM**) esanti informacija dingsta).

Klaviatūra ir ekranas taip pat yra **įvesties** ir **išvesties** įrenginiai. Jais duomenys įvedami į kompiuterį ir į juos kompiuteris duomenis vėl gali nusiųsti. Tai kompiuterio ryšio su išoriniu pasauliu dalys.



Centrinis procesorius (**CP**). Tai svarbiausia kompiuterio dalis. Jis priima **atminties** ir **įvesties** įrenginių duomenis, atlieka su jais operacijas (milijonus operacijų per sekundę) ir apdorotus rezultatus siunčia į atmintį arba **išvesties** įrenginius.

Atmintis. Kompiuterio dalis, kurioje laikomos CP instrukcijos (arba programos) ir duomenys. Yra dviejų rūšių atmintis: **tiesioginės kreipties, arba operatyvioji** (**RAM**; random access memory), kurioje duomenys gali būti įrašyti ir iš kurios perskaityti, ir **skaitomoji**, arba **pastovioji** (**ROM**; read only memory), iš kurios galima tik perskaityti anksčiau įrašytus duomenis.

***Potencialų skirtumas**, 58; **Relė**, 75; **Tranzistorius**, 65.

Cheminiai elementai

Elementas	Simbolis	Atominis skaičius	Apytiksliė s. a. m.*
Aktinis	Ac	89	227
Alavas	Sn	50	119
Aliuminis	Al	13	27
Americis	Am	95	243
Anglis	C	6	12
Argonas	Ar	18	40
Arsenas	As	33	75
Astatis	At	85	210
Auksas	Au	79	197
Azotas	N	7	14
Baris	Ba	56	137
Berilis	Be	4	9
Bismutas	Bi	83	209
Boras	B	5	11
Bromas	Br	35	80
Ceris	Ce	58	140
Cezis	Cs	55	133
Chloras	Cl	17	35,5
Chromas	Cr	24	52
Cinkas	Zn	30	65
Cirkonis	Zr	40	91
Deguonis	O	8	16
Disprozis	Dy	66	162
Erbis	Er	68	167
Europis	Eu	63	152
Fluoras	F	9	19
Fosforas	P	15	31
Francis	Fr	87	223
Gadolinis	Gd	64	157
Galis	Ga	31	70
Geležis	Fe	26	56
Germanis	Ge	32	73
Gyvsidabris	Hg	80	201

*Santykinė atominė masė (s. a. m.), 83.

Elementas	Simbolis	Atominis skaičius	Apytiksliė s. a. m.*
Hafnis	Hf	72	178,5
Helis	He	2	4
Holmis	Ho	67	165
Indis	In	49	115
Iridis	Ir	77	192
Iterbis	Yb	70	173
Itris	Y	39	89
Jodas	I	53	127
Kadmis	Cd	48	112
Kalcis	Ca	20	40
Kalis	K	19	39
Kobaltas	Co	27	59
Kriptonas	Kr	36	84
Ksenonas	Xe	54	131
Lantanas	La	57	139
Litis	Li	3	7
Liutecis	Lu	71	175
Magnis	Mg	12	24
Manganas	Mn	25	55
Molibdenas	Mo	42	96
Natris	Na	11	23
Neodimis	Nd	60	144
Neonas	Ne	10	20
Neptūnis	Np	93	237
Nikelis	Ni	28	59
Niobis	Nb	41	93
Osmis	Os	76	190
Paladis	Pd	46	106
Platina	Pt	78	195
Plutonis	Pu	94	242

*Santykinė atominė masė (s. a. m.), 83.

Elementas	Simbolis	Atominis skaičius	Apytiksliė s. a. m.*
Polonis	Po	84	210
Prazeodimis	Pr	59	141
Prometis	Pm	61	147
Protaktinis	Pa	91	231
Radis	Ra	88	226
Radonas	Rn	86	222
Renis	Re	75	186
Rodis	Rh	45	103
Rubidis	Rb	37	85
Rutenis	Ru	44	101
Samaris	Sm	62	150
Selenas	Se	34	79
Sidabras	Ag	47	108
Siera	S	16	32
Silicis	Si	14	28
Skandis	Sc	21	45
Stibis	Sb	51	122
Stroncis	Sr	38	88
Švinas	Pb	82	207
Talis	Tl	81	204
Tantalas	Ta	73	181
Technecis	Tc	43	99
Telūras	Te	52	128
Terbis	Tb	65	159
Titanas	Ti	22	48
Toris	Th	90	232
Tulis	Tm	69	169
Uranas	U	92	238
Vanadis	V	23	51
Vandenilis	H	1	1
Varis	Cu	29	64
Volframas	W	74	184

*Santykinė atominė masė (s. a. m.), 83.

Naudingos konstantos

Dydis	Simbolis	Vertė
Šviesos greitis vakuume	c	$2{,}998 \cdot 10^{8}$ m/s
Elektrono krūvis	e	$1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C
Elektrono masė	m_e	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$ kg
Protono masė	m_p	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg
Neutrono masė	m_n	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadro skaičius	N_A	$6{,}023 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Faradėjaus skaičius	F	$9{,}65 \cdot 10^{4}$ C/mol
Gravitacijos konstanta	G	$6{,}670 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2
Universalioji dujų konstanta	R	8,314 J/(mol·K)

Dažnai pasitaikančių dydžių vertės

Dydis	Vertė
Laisvojo kritimo pagreitis g (gravitacijos lauko stipris)	9,81 m/s^2
Vandens tankis	$1{,}00 \cdot 10^{3}$ kg/m^3
Gyvsidabrio tankis	$13{,}6 \cdot 10^{3}$ kg/m^3
Vandens užšalimo taškas	273 K
Vandens virimo taškas	373 K
Normalusis atmosferos slėgis	$1{,}01 \cdot 10^{5}$ Pa
Žemės paros trukmė	$8{,}64 \cdot 10^{4}$ s

Fizikinės medžiagų savybės

(Tankis, savitoji šiluma ir savitoji varža priklauso nuo temperatūros. Čia pateikiamos jų vertės kambario temperatūroje, t. y. 18—22 °C.)

Medžiaga	Tankis /10^3 kg/m^3	Jungo modulis /10^{10} N/m^2	Savitoji šiluma /J/(kg·K)	Savitoji lydymosi šiluma /10^4 J/kg	Ilgėjimo koeficientas /10^{-6} K^{-1}	Šilumos laidumas /W/(m·K)	Savitoji varža /10^{-8} Ω·m
Alavas	7,3	5,3	225	5,8	23	63	11,4
Aliuminis	2,70	7,0	908	40,0	25	242	2,67
Arsenas	5,73	—	335	—	6,0	—	33,3
Auksas	19,3	8,0	128	6,7	14	300	2,20
Bismutas	9,78	3,2	112	5,5	14	9	117
Cinkas	7,10	8,0	387	10,5	11	111	5,92
Galis	5,93	—	377	—	19	34	17,4
Germanis	5,40	—	324	—	5,7	59	$4,6 \cdot 10^7$
Gyvsidabris	13,6	—	139	1,2	12	9	95,9
Iridis	22,4	—	135	—	6,5	59	5,2
Kadmis	8,65	5,0	230	5,5	30	96	—
Ketus	7,60	11,0	460	21,0	12	71	10,3
Kobaltas	8,70	—	435	24,0	12	93	6,4
Konstantanas	8,90	—	420	—	16	23	49
Magnis	1,74	4,1	1030	30,0	26	154	4,24
Molibdenas	10,1	—	301	—	5,0	142	5,7
Nikelis	8,80	21,0	456	29,0	13	59	6,94
Paladis	12,2	—	247	15,0	12	74	10,7
Platina	21,5	17,0	135	11,5	9,0	71	10,5
Plienas (mažaanglis)	7,80	22,0	450	—	12	46	15 (apytiksliai)
Plienas (suvirinamasis)	7,85	21,0	460	21,0	12	71	10,3
Selenas	4,79	—	324	35,0	26	0,24	10^{12} (apytiksliai)
Sidabras	10,5	7,7	234	10,5	19	414	1,63
Silicis (amorfinis)	2,35	11,3	706	—	2,5	175	10^{10} (apytiksliai)
Stibis	6,62	7,8	210	16,5	11	19	44
Švinas	11,3	1,6	127	2,5	29	36	20,6
Tantalas	16,6	19,0	151	—	6,5	56	13,4
Telūras	6,2	—	201	—	17	50	$1,6 \cdot 10^5$
Vanduo	1,00	—	4200	33,4	33,4	0,2	—
Varis	8,89	11,0	385	20,0	16	383	1,72
Volframas	19,3	39,0	142	—	4,3	185	5,5
Žalvaris	8,6 (apytiksliai)	9,0	389	—	19	109	8 (apytiksliai)

Žodynas

•**Atvirkštinis dydis**. Dydis, kuris gaunamas vienetą dalijant iš duotojo skaičiaus, taigi bet kurio skaičiaus x atvirkštinis dydis yra $1/x$. Pavyzdžiui, skaičiaus 10 atvirkštinis dydis yra 0,1.

•**Atvirkštinis proporcingumas**. Jei kalbama apie du dydžius, tai vienas iš jų tiesiog proporcingas kito **atvirkštiniam** dydžiui.

•**Kalibravimas**. Matavimo prietaiso „sureguliavimas“ taip, kad šis rodytų tikslias matuojamų dydžių vertes. Paprastai prietaisas reguliuojamas gamykloje, kad rodytų tikslią žinomo standarto vertę, pvz., svarstyklės suderinamos taip, kad rodytų 1 kg, kai ant jų lėkščių padėtas 1 kg masės standartinis svarstis.

•**Kalorimetrija**. Šiluminių pokyčių matavimas vykstant cheminėms reakcijoms, kurių metu perduodama šiluma. Pavyzdžiui, ieškant medžiagos **savitosios šilumos***, matuojama, kaip didėja elektra kaitinamos tos medžiagos (kai jos masė žinoma) temperatūra, o norint sužinoti, kiek energijos išskiria degdamas kuras, išmatuojamas vandens temperatūros prieaugis.

•**Kintamasis**. Skaitinis dydis, galintis įgyti bet kurią vertę. Pavyzdžiui, lygtyje $E = mc^2$ (taip pat žr. p. 84) E ir m yra kintamieji, nes gali įgyti bet kurią vertę (nors dydis E priklauso nuo dydžio m). Dydis c (šviesos greitis vakuume) — **konstanta**.

•**Kitimo greitis**. Dydis, kuriuo vienas dydis kinta kito atžvilgiu; pvz., **pagreitis*** yra greičio kitimo laiko atžvilgiu greitis. Antrasis dydis nebūtinai turi būti laikas. Sakykime, turime y priklausomybės nuo x grafiką. Tuomet y kitimo greitis x atžvilgiu tam tikrame taške yra y išvestinė x atžvilgiu tame taške.

•**Koeficientas**. Tai medžiagos **konstanta**, naudojama susijusiems su ta medžiaga dydžiams skaičiuoti, dauginant ją iš kitų dydžių. Pavyzdžiui, vieną medžiagą prie kitos spaudžiančią jėgą padauginus iš šių medžiagų paviršių **trinties koeficiento**, gaunama **trinties jėga***.

•**Konstanta**. Nekintamas skaitinis dydis. Pavyzdžiui, lygtyje $E = mc^2$ (taip pat žr. p. 84) dydis c (šviesos greitis vakuume) yra konstanta. E ir m — **kintamieji**, nes jie gali kisti.

•**Kosinusas** (kampo). Stačiojo trikampio statinio, esančio prie to kampo, ir įžambinės (ilgiausios kraštinės) santykis. Jis priklauso nuo kampo.

•**Lydinys**. Dviejų ar daugiau metalų arba metalo ir nemetalo mišinys. Jo savybės (metalinės) gali smarkiai skirtis nuo sudedamųjų dalių savybių. Pavyzdžiui, žalvaris yra vario ir cinko lydinys, plienas — geležies ir anglies lydinys (įvairus jų kiekio santykis lemia nevienodas plieno savybes).

•**Meniskas**. Įgaubtas arba iškilas skysčio, pvz., vandens ar gyvsidabrio, paviršius. Jis susidaro dėl skysčio molekulių tarpusavio traukos ir indo sienelių molekulių traukos (taip pat žr. **adheziją** ir **koheziją**, p. 23, bei **paralakso paklaidą**, p. 102).

•**Sinusas** (kampo). Stačiojo trikampio statinio, esančio prieš tą kampą, ir įžambinės (ilgiausios kraštinės) santykis. Jis priklauso nuo kampo.

•**Sistema**. Visuma tarpusavyje susijusių dalių, kurios veikia viena kitą.

•**Spektras**. Tam tikras išsidėstymas pagal bangos ilgį arba dažnį, pvz., **regimosios šviesos spektras*** užima sritį nuo $4 \cdot 10^{-7}$ m iki $7{,}5 \cdot 10^{-7}$ m.

•**Tangentas** (kampo). Stačiojo trikampio statinio, esančio prieš tą kampą, ir statinio, esančio prie to kampo, santykis. Jis priklauso nuo kampo.

•**Terpė**. Medžiaga, kuria perduodamas fizikinis poveikis, pvz., stiklas, kuriuo sklinda šviesa, yra terpė.

•**Tiesioginis proporcingumas**. Dviejų dydžių tiesioginė priklausomybė; pakitus vienam jų, pavyzdžiui, x, tiek pat kartų pakinta ir kitas, pavyzdžiui, y.

•**Tūris**. Kūno užimamos erdvės matas. Apie tūrio skaičiavimą skaitykite p. 101. Tūrio **SI vienetas*** yra kubinis metras (m^3).

•**Vidurkis**. Aritmetinio vidurkio sinonimas, t. y. keleto dydžių suma, padalyta iš tų dydžių skaičiaus.

***Pagreitis**, 11; **Regimosios šviesos spektras**, 55; **Savitoji šiluma**, 30; **SI vienetai**, 96; **Trinties jėga**, **Trinties koeficientas**, 7.

Rodyklė

Rodyklėje nurodyti trijų rūšių puslapių numeriai. Juodu šriftu atspausdinti skaičiai (pvz., **79**) nukreipia į puslapį, kuriame galima rasti pagrindinį apibrėžimą (-us), pateikti įprastu šriftu (pvz., 82) rodo papildomos informacijos vietą, o atspausdinti kursyvu (pvz., *34*) žymi puslapius, kuriuose žodis (ar žodžiai) gali būti rastas smulkaus šrifto tekste prie paveikslų.

Po puslapio numerio skliaustuose parašytas žodis reiškia, kad rodyklėje pateiktą žodį galima rasti suskliausto žodžio apibrėžime. Jei po puslapio numerio yra raidė (į), tuomet rodyklėje nurodytą žodį galima rasti įvadiniame pažymėto puslapio tekste.

Greta einantys sinonimai pažymėti žodžiu „žr." arba įstrižu brūkšniu (/).

- α skilimas, žr. Alfa skilimas
- β skilimas, žr. Beta skilimas
- α dalelės, žr. Alfa dalelės
- β dalelės, žr. Beta dalelės
- γ radiografija, žr. Gama radiografija
- α spinduliai, žr. Alfa spinduliai
- β spinduliai, žr. Beta spinduliai
- γ spinduliai, žr. Gama spinduliai

A

- Aberacija
  - chromatinė —, 55
  - sferinė —, 49
- Abipusė indukcija, 78
- A bomba/atominė bomba, 93 (Dalijimosi bomba)
- Absoliutinė temperatūros skalė, 26(į), 27
- Absoliutinis lūžio rodiklis, 37 (Lūžio rodiklis), *50*
- Absoliutinis nulis, 27 (Absoliutinė temperatūros skalė)
- Absoliutusis tūrio plėtimosi koeficientas, žr. Tikrasis tūrio plėtimosi koeficientas
- Achromatinis lęšis, *54* (Spektrometras), 55 (Chromatinė aberacija)
- Adhezija/priekiba, 23
- Agregatinė būsena, 4—5, 30—31
- Aidas, 41
- Aidėjimas/reverberacija, 41
- Aktinis (Ac), 112
- Aktyvusis elektrodas, 66 (Elektrodas)
- Akumuliatorius/antrinis elementas, 69
  - nikelio-kadmio —, 69
  - rūgštinis —, 69
  - šarminis —, 69
- Akustika, 40 (į)
- Akustinės bangos, žr. Garso bangos
- Alavas (Sn), 112, 114
- Alfa dalelės (α dalelės), 86
- Alfa skilimas (α skilimas), 87
- Alfa spinduliai (α spinduliai), 86 (į)
- Aliuminis (Al), 112, 114
- Amalgama, 68 (Lokalinis veikimas)
- Americis (Am), 112
- Amperas (A), 60, 96
- Ampermetras, 77, 110
- Ampero taisyklė, 74
- Ampervalandė (A·h), 69 (Elemento talpa)
- Amplitudė, 16, *34*
- Analoginės grandinės, 111 (Loginiai elementai)
- Anglinis rezistorius, 62 (Varžas, arba rezistorius)
- Anglis (C), 112
- Anijonai, 66, 88 (Jonizacija)
- Anodas, 66 (Elektrodas)
- Anomalusis plėtimasis, 33
- Antineutrinas, 87 (Beta skilimas)
- Antrasis kosminis greitis, 19
- Antrinė grandinė, *78*
- Antrinė ritė, 79
- Antrinės spalvos, *55*
- Antrinis elementas, 69
- Apatinis reperinis taškas, 26 (Reperinis taškas)
- Apertūra
  - fotoaparato —, *54* (Diafragma)
  - lęšio —, *52*
  - veidrodžio —, *48*
- Apkrovos jėga, 20 (į)
  - nenaudingoji — —, 20
- Apskritasis bangos frontas, *34*
- Apvalinimas (skaičių), 103
- Apvalkalas (-ai)
  - elektroniniai —, 83
  - išorinis —, 88 (Elektroniniai apvalkalai)
  - reaktoriaus —, *95*
- Apvirtimas, 15
- ARBA (loginiai elementai/operacijos), 110, 111
- Archimedo dėsnis, 25
- Archimedo/keliamoji jėga, 25
- Archimedo kolba, 24
- Areometras/tankiamatis, 25
- Argonas (Ar), 112
- Arsenas (As), 112, 114
- Astatis (At), 112
- Ašis
  - magnetinė —, 70
  - pagrindinė optinė —, *48*, *52*
- Aštrių kampų reiškinys, 57
- Atmintis (kompiuterio), 111
  - tiesioginės kreipties/operatyvioji — (RAM), 111 (Atmintis)
  - skaitomoji/pastovioji — (ROM), 111 (Atmintis)
- Atmosferos slėgis, *24*, 25 (Barometras)
- Atomas (-ai), 4—5, 82—87
  - Rezerfordo ir Boro —, 82
- Atominė bomba (A bomba), 93 (Dalijimosi bomba)
- Atominė elektrinė, *94*
- Atominė energija, 84—85
- Atominė gardelė, *4*
- Atominė masė, žr. Santykinė atominė masė
- Atominės masės vienetas (unifikuotas), 83 (Santykinė atominė masė)
- Atominis skaičius (Z), 82, 112—113
- Atomo branduolys, žr. Branduolys
- Atoveikis/reakcija, 13 (Trečiasis Niutono dinamikos dėsnis)
- Atramos taškas, 14 (į, Momentas), 21 (Svertas)
- Atsispindėjęs spindulys, *46*
- Atsispindėjusioji banga, 36 (Atspindys)
- Atskaitos paklaida, 103
- Atspindys, 36, 46—49
  - difuzinis —, žr. sklaidusis —
  - sklaidusis —, 47
  - veidrodinis —, 46
  - visiškasis —, 51
- Atspindžio kampas (α), *46*
- Atstojamasis vektorius, 108 (Lygiagretainio taisyklė)
- Atstojamoji jėga, *6*
- Atstojamasis momentas, 14 (Momentas)
- Atvaizdas (-ai), 49
  - apverstas horizontalioje plokštumoje —, 47 (Plokščiasis veidrodis)
  - menamasis —, *47*, 49 (Atvaizdas)
  - tikrasis —, 49 (Atvaizdas)
- Atvirkštinis dydis, 115
- Atvirkštinis proporcingumas, 115
- Auksas (Au), 112, 114
- Aukštinimo transformatorius, 79
- Ausinės, 75
- Avogadro skaičius, 96 (Molis), 113
- Azotas (N), 112

B

- Banga (-os), 34—55
  - akustinės —, žr. Garso bangos
  - atsispindėjusioji —, 36 (Atspindys)
  - bėgančios —, žr. Sklindančios bangos
  - elektromagnetinės —, 34 (į), 44—45
  - garso —, 40—43
  - infragarso —, 40 (Infragarsas)
  - išilginės —, 35
  - koherentinės —, 38 (į)
  - krintančioji —, 36
  - lūžusioji —, 37 (Lūžimas)
  - mechaninės —, 34 (į)
  - radijo —, *44*, 45
  - skersinės —, 34
  - sklindančios —, 34 (į)
  - smūginė —, *40*
  - stovinčioji/nuostovioji —, 43
  - ultragarso —, 40 (Ultragarsas), *41*
- Bangavimas, 34 (į)
- Bangos dažnis (v), 35
- Bangos (-ų) frontas (-ai), 34
  - apskritasis —, *34*
  - krintantieji —, 36 (Krintančioji banga)
  - tiesusis —, *34*
- Bangos greitis, 35
- Bangos ilgis, *34*
- Bangos ilgių sritys, *44* (Elektromagnetinis spektras)
- Bangos intensyvumas, 35
- Bangų energija, 9
- Bangų interferencija, 38—39
- Baris (Ba), 112
- Barlou ratas, 76
- Barometras, 25
  - paprastasis —, *25*
- Baterija, 68 (į), *69*, 110
- Bazė, 65 (Tranzistorius)
- Bėgančios bangos, žr. Sklindančios bangos
- Bekerelis (Bq), *87*
- Bendroji dujų lygtis, žr. Idealiųjų dujų lygtis
- Berilis (Be), 112
- Beskirtė pusiausvyra, 15
- Beta dalelės (β dalelės), 86
- Beta skilimas (β skilimas), 87
- Beta spinduliai (β spinduliai), 86(į)
- Bimetalinė plokštelė, 32
- Bismutas (Bi), 112, 114
- Biuretė, 100
- Boilio dėsnis, 33
- Bomba (-os)
  - atominė/dalijimosi —, 93
  - dalijimosi-sintezės —, 93 (Sintezės bomba)
  - sintezės/termobranduolinė/vandenilinė —, 93
- Boras (B), 112
- Branduolinė elektrinė, žr. Atominė elektrinė
- Branduolinė energetika, 94 (į)
- Branduolinė energija, 84, 85
- Branduolinė jėga, 7, 84
- Branduolinės reakcijos, *85*, 92 (į), 94—95
- Branduolinės reakcijos lygtis (-ys), *92*, *93*
- Branduolinis reaktorius, 94 (į)
- Branduolys (-ai), 82
  - dalieji —, 92 (Priverstinis dalijimasis)
- Branduolių dalijimasis, *85*, 93
- Branduolių sintezė, *85*, 92—93
- Brauno judėjimas, 5
- Bromas (Br), 112
- Burbulinė kamera, 90
- Būsena (-os) 4—5, 30—31, 84 (į)
  - dujinė —, 5
  - energinė —, 84 (į)
    - pagrindinė — —, 84 (į)
  - kietoji —, 5
  - skystoji —, 5
- Būsenos kitimas, 30
- Būsenos lygtis, žr. Idealiųjų dujų lygtis

C

- Celsijaus skalė, 26 (į), 27
- Centras
  - gravitacijos —, 10 (Masės centras)
  - kreivumo — (C), *48*, *52*
  - masės —, 10
  - optinis — (O), *52*
- Centrinis procesorius (CP), 111
- Ceris (Ce), 112
- Cezis (Cs), 112
- Cheminė energija, 8, *9*
- Chloras (Cl), 112
- Chromas (Cr), 112
- Chromatinė aberacija, 55
- Chromatinė skalė, *42*
- Ciklas, 16
- Ciklotronai, 86 (Radioizotopas)
- Cinkas (Zn), 112, 114
- Cirkonis (Zr), 112
- CP, žr. Centrinis procesorius

D

- Dalelės
  - alfa —, 86
  - beta —, 86
- Dalelių greitintuvai, 86 (Radioizotopas)
- Dalieji branduoliai, 92 (Priverstinis dalijimasis)
- Dalijimasis
  - branduolių —, *85*, 92—93, 94—95
  - priverstinis —, 92
  - savaiminis/spontaninis —, 92
- Dalijimosi bomba, 93
- Dalijimosi neutronai, 92 (Branduolių dalijimasis)
- Dalijimosi produktai, 92 (Branduolių dalijimasis)
- Dalijimosi reaktorius, 94
- Dalijimosi-sintezės bomba, 93 (Sintezės bomba)
- Daliniai vienetai, 96
- Dalinis užtemimas, *47*
- Dalytuvas
  - įtampos —, 63
  - potencialo —, žr. Įtampos dalytuvas
- Darbas, 8 (į), 97
- Datavimas
  - radioanglies metodas, 91
- Dažnis (v arba *f*), 16, 97
  - bangos —, 35
  - mūšos —, 42 (Mūša)
  - pagrindinis —, 43 (Svyravimo modos)
  - savasis —, 17 (Savasis svyravimas)
- Decibelas (dB), 42 (Garsumas)
- Dedamosios/komponentai/sandai, *6*, 108 (Skaidymas)
- Deformacija, 22 (Huko dėsnis)
  - plastinė —, 23 (Takumo taškas)
  - tamprioji —, *23*
- Deformacijos energija, žr. Potencinė tamprumo energija
- Deguonis (O), 112
- Deklinacija, 73
- Densimetras, žr. Areometras
- Depoliarizuojantysis reagentas, 68 (Poliarizacija)
- Dėsnis (-ai)
  - Archimedo —, 25
  - Boilio —, 33
  - dujų —, 33
  - energijos tvermės —, 8 (į)
  - Faradėjaus elektrolizės —, 67
  - Faradėjaus indukcijos —, 78
  - Grahemo difuzijos —, 5
  - Huko —, 22
  - judesio kiekio tvermės —, 13
  - Kirchhofo —, 63
  - Niutono dinamikos —, 12—13
  - Niutono gravitacijos —/visuotinės traukos —, 18
  - Omo —, 62
  - pirmasis elektrostatikos —, 56
  - pirmasis magnetizmo —, 70 (Polius)
  - slėgio —, 33
  - Snelijaus —, 50
  - Šarlio —, 33
  - šviesos atspindžio —, 46
  - šviesos lūžimo —, 50
  - visuotinės traukos —/Niutono gravitacijos —, 18
- Destruktyvioji interferencija, 39
- Dešiniosios rankos taisyklė, 74
- Diafragma (fotoaparato), *54*
- Diamagnetizmas, 72
- Diatoninė skalė, *42*
- Didinamasis stiklas/lupa, žr. Paprasčiausias mikroskopas
- Didinimas
  - kampinis —, 55 (Regėjimo kampas)
  - tiesinis —, 49

Dydžiai, 96—97, 113
fizikiniai —, 96 (į)
išvestiniai —, 97
pagrindiniai —, 96
skaliariniai —, 108
vektoriniai —, 108
Dydžio eilė, 109
Dielektrikas, 59 (Kondensatorius)
Dielektrinė skvarba (santykinė), 59
Dienovidinis
magnetinis —, 73
Difrakcija, 36, 37
Difuzija, 5
Difuzinė Vilsono kamera, 90
Dinamika, 12—13
Dinaminė pusiausvyra, 14 (Pusiausvyra)
Dinaminės trinties jėga, 7
Diodas, 65, 110
šviesą spinduliuojantis — (ŠSD), 65, 110
Dioptrija, 53 (Laužiamoji geba)
Dipoliai, 71 (Magnetizmo domenų teorija)
Dispersija, 54 (Spalva)
Disprozis (Dy), 112
Diuaro indas, žr. Vakuuminė kolba
Domenai, 71 (Magnetizmo domenų teorija)
Doplerio reiškinys, 41
Dozė (radiacijos), 89 (Dozimetras)
Dozimetras, 89
DŠR, žr. Dujomis šaldomas reaktorius
D-T reakcija, 93, 94 (Sintezės reaktorius)
Dujomis šaldomas reaktorius, 95
Dujinė būsena, 5
Dujos, 5, 33
idealiosios —, 33 (Dujų savybės)
Dujų dėsniai, 33
Dujų savybės, 33
Dvejetas (jėgų), 14
Dvikryptis jungiklis, 64
Dvipolis jungiklis, 64
Dvipusis lyginimas, 65
Džaulis (J), 8 (į), 97

E

Echolokacija, 41 (Aidas)
Echolotas, 41 (Aidas)
Efektinė vertė, žr. Kvadratinis vidurkis
Eilė (dydžio), 109
Einšteino masės ir energijos formulė, 84
Ekranavimas (magnetizmas), 73
Ekstrakcija (metalų), 67
Ekvatorius (magnetinis), 73
Ekvipotencialinis paviršius, 58
Elastiškosios/tampriosios medžiagos, 22 (Tamprumas)
Elektra, 56—69, 74—79
Elektrinė (-ės), 61
atominė/branduolinė —, 94 (į)
Elektrinė (-ės) grandinė (-ės), 60 (į)
antrinė — —, 78
integrinė — —, 111 (Loginiai elementai)
pirminė — —, 78
(simboliai), 110
Elektrinė jėga, 6, 105, 107
Elektrinė talpa (C), 59, 97
Elektrinė varža (R), 62, 97
Elektriniai matuokliai, 77
Elektrinio lauko jėgų linijos, 107
Elektrinis laidumas, 62
Elektrinis laukas, 58 (į), 105, 107
Elektrinis skambutis, 75 (Elektrinis zirzeklis)
Elektrinis vėjas, 57 (Aštrių kampų reiškinys)
Elektrinis zirzeklis, 75
Elektrinis zumeris, žr. Elektrinis zirzeklis
Elektrocheminis ekvivalentas, 67 (Faradėjaus dėsniai)
Elektrodas, 66
aktyvusis —, 66 (Elektrodas)
pasyvusis —, 66 (Elektrodas)
Elektroforas, 57
Elektroforinis diskas, 57
Elektrolitas, 66
Elektrolitinis gryninimas, 67
Elektrolitinis kondensatorius, 59, 110
Elektrolitinis nusodinimas, žr. Galvanostegija
Elektrolizė, 66—67
Elektrolizės taikymas, 67
Elektrolizės vonelė, 66
Elektromagnetai, 75—76
Elektromagnetinė energija, 8 (Potencinė energija), 9 (Elektros energija)
Elektromagnetinė indukcija, 78—79
Elektromagnetinė jėga, 6
Elektromagnetinės bangos, 34 (į), 44—45
Elektromagnetinis spektras, 44
Elektromagnetizmas, 74—76
Elektronas (-ai), 80, 83, 86 (Beta dalelės), 87 (Beta skilimas), 88—90
Elektroniniai apvalkalai, 83
Elektroninis daugintuvas, 90
Elektroninis oscilografas, 81
Elektroninis vamzdis, 80 (į)
Elektronų patranka, žr. Elektronų prožektorius
Elektronų prožektorius, 80
Elektronvoltas (eV), 85
Elektros energija, 9
Elektroskopas, 56
kondensacinis —, 56 (Elektroskopas)
lapelinis —, 56 (Elektroskopas)
Vulfo (impulsinis) —, 89
Elektros krūvis (q), 56—59, 97
Elektros srovė, 60—61 (į)
Elektrostatinė indukcija, 57
Elektrostatinė jėga, žr. Elektrinė jėga
Elektros tiekimas, 61
Elektros variklis, 76
Elektrovara ($\mathcal{E}$), 60
Elementas (-ai), 4, 68—69, 110
antrinis —, 69
cheminis —, 4, 112—113
etaloninis —, 69
galvaninis —, 68 (į)
Leklanšė —, 69
norminis —, 69
paprastasis —, 68
pirminis —, 69
sausasis —, 69
vienizotopis —, 83 (Izotopai)
Voltos —, 68
Emiteris, 65 (Tranzistorius)
Endoskopas, 51
Energija (E), 8—9, 97
atominė —, 84—85
bangų —, 9
branduolinė —, 84—85
cheminė —, 8, 9
elektromagnetinė —, 8 (Potencinė energija), 9 (Elektros ir magnetinė energija)
elektros —, 9
įtempimo —, žr. Potencinė tamprumo energija
kinetinė — (E_k), 9
slenkamojo judėjimo — —, 9 (Kinetinė energija)
sukamojo judėjimo — —, 9 (Kinetinė energija)
magnetinė —, 9
mechaninė —, 9
potencinė — (E_p), 8, 106—107
branduolių — —, 9
gravitacinė — —, 8
molekulių — —, 8
potencinė tamprumo —, 8
ryšio —, 84
spinduliuotės —, 9
šiluminė —, 9, 28—33
vidinė —, 9
Energijos lygmenys, žr. Elektroniniai apvalkalai
Energijos tvermės dėsnis, 8 (į)
Energinė būsena, 84 (į)
Erbis (Er), 112
Etaloninis elementas, žr. Norminis elementas
Eureka kolba, žr. Archimedo kolba
Europis (Eu), 112

F

Faradas (F), 59, 97
Faradėjaus elektrolizės dėsniai, 67
Faradėjaus indukcijos dėsnis, 78
Faradėjaus skaičius, 113
Farenheito skalė, 27
Fazė (-ės) (bangų), 38
Fazinio virsmo šiluma (L), 30 (Būsenos kitimas), 31
savitoji — — — (l), 30 (Būsenos kitimas)
Fazių skirtumas, 38 (Fazė)

Feromagnetikas (-ai), 70
kietamagnečiai —, 70 (Feromagnetikas)
minkštamagnečiai —, 70 (Feromagnetikas)
Fizikiniai dydžiai, 96 (į), 98, 99
Flemingo dešiniosios rankos taisyklė, 78
Flemingo kairiosios rankos taisyklė, 76
Fluoras (F), 112
Fluorescencija, 45
Fluorescencinis vamzdis, 80 (Išlydžio vamzdis)
Fonas, 42 (Garsumas)
Foninė spinduliuotė, 88
Formulė (-ės)
Einšteino masės ir energijos —, 84
lęšio/veidrodžio —, 49
Fosforas (P), 112
Fosforescencija, 45
Fotoaparatas, 54
Fotodaugintuvas, 90 (Scintiliacinis skaitiklis)
Fotonai, 85 (Kvantinė teorija)
Fotojuosta, 54
Fotorezistorius (simbolis), 110
Francis (Fr), 112
Fuko srovės, žr. Sūkurinės srovės

G

Gadolinis (Gd), 112
Galia (P), 9, 97
Galis (Ga), 112, 114
Galvaninis elementas, 68 (į)
Galvanometras, 77, 110
Galvanostegija, 67
Gama aparatas, 91
Gamagrafija, žr. Gama radiografija
Gama radiografija (γ radiografija), 91
Gama spinduliai (γ spinduliai), 44, 85, 86
Gama spindulių detektorius, 91
Garai, 5
persotintieji —, 90 (Vilsono kamera)
Garavimas, 31
Garo generatorius, 94, 95
Garsas (-ai), 40—43
muzikos —, 42—43
Garsiakalbis, 76, 110
Garsinio dažnio diapazonas, 40 (į)
Garsinis smūgis, 40
Garso bangos, 40—43
Garso greitis, 40
Garsumas, 42
Geigerio ir Miulerio vamzdelis, 89
Geigerio skaitiklis, 89
Geležinis Faradėjaus žiedas, 78 (Abipusė indukcija)
Geležis (Fe), 112, 114
Generatoriaus taisyklė, žr. Flemingo dešiniosios rankos taisyklė
Generatorius, 78
garo —, 94, 95
van de Grafo —, 57
Geonuostovioji orbita, 19
Germanis (Ge), 112, 114
Gyvsidabris (Hg), 112, 114
g-jėga, 18 (Laisvojo kritimo pagreitis)
Glaudžiamasis lęšis, 52
Glaudžiamasis veidrodis, žr. Įgaubtasis veidrodis
Gnybtai, 60 (Elektrovara), 110
Gniuždymo jėga, 7
Gradientas
potencialo —, 58 (Potencialas)
temperatūros —, 28 (Šilumos laidumas)
Grafikai, 98—99 (grafikų braižymas), 99
Grahemo difuzijos dėsnis, 5
Grandininė reakcija, 92 (Priverstinis dalijimasis)
Gravitacija/visuotinė trauka, 18—19
Gravitacijos centras, 10 (Masės centras)
Gravitacijos jėga, 6, 104, 106
Gravitacijos konstanta (G), 18 (Niutono gravitacijos dėsnis)
Gravitacijos laukas, 104, 106
Gravitacijos lauko linijos, 106
Gravitacinė potencinė energija, 8
Greičio profiliai, 23
Greitėjimas, 11 (Pagreitis)
Greitintuvai (dalelių), 86 (Radioizotopas)
Greitis (v), 10, 97
antrasis kosminis —, 19
bangos —, 35
garso —, 40
ikigarsinis —, 40
kampinis —, 17
momentinis —, 10 (Greitis)
nusistovėjęs —, 19
pastovaus modulio —, 10 (Greitis)
pastovus —, 11 (Greitis (vektorinis dydis))
reliatyvusis —, 11
vidutinis —, 10 (Greitis)
viršgarsinis —, 40
Greitųjų neutronų reaktorius/greitasis brideris, 95
Gryninimas (elektrolitinis), 67
Griūtis (dalelių), 89

H

Hafnis (Hf), 112
Harmonikos, 43
H bomba, žr. Vandenilinė bomba
Helis (He), 112
Hercas (Hz), 16 (Dažnis), 97
Hidraulinis presas, 21
Hofmano voltametras, 67
Holmis (Ho), 112
Huko dėsnis, 22

I, Į, Y

Y ašis (grafikas), 98
Įcentrinė jėga, 17
Įcentrinis pagreitis (a_{ic}), 17
Idealiosios dujos, 33 (Dujų savybės)
Idealiųjų dujų lygtis, 33
Idealusis paprastasis mechanizmas, 20
Įdubos (bangos), 34
Įgaubtasis lęšis, 52, 53
Įgaubtasis meniskas, 53 (Įgaubtasis lęšis)
Įgaubtasis/glaudžiamasis veidrodis, 48
Ikigarsinis greitis, 40
Ilgėjimo koeficientas (α), 32, 114
Ilgis (l), 96
bangos —, 34
(matavimas), 100
Įmagnetinimas, 70 (į), 71
Impedansas/tariamoji varža, 64
Impulsas
jėgos —, 12, 97
kūno —, 12
Impulsų dažnio indikatorius, 89 (Geigerio skaitiklis)
Impulsų skaitiklis, 89 (Geigerio skaitiklis)
Indis (In), 112
Indukcija
abipusė —, 78
elektromagnetinė —, 78—79
elektrostatinė —, 57
magnetinė —, 72
Induktyvioji varža, 64
Induktyvumo ritė, 64 (Induktyvioji varža), 110
Indukuotasis magnetizmas, 71 (Įmagnetinimas)
Inercija, 12
Infragarsas, 40
Infragarso bangos, 40 (Infragarsas)
Infraraudonieji spinduliai (IR spinduliai), 44, 45
Inkaras (elektros variklio), 76
Inklinacija, 73
Inklinatorius, 73 (Inklinacija)
Integrinės grandinės, 111 (Loginiai elementai)
Intensyvumas
bangos —, 35
Interferencija (bangų), 38—39
destruktyvioji —, 39
konstruktyvioji —, 39
Interferencinės juostos, 38 (Jungo plyšiai)

Interferencinis vaizdas, 38 (į), *39*
Intervalas (-ai)
pagrindinis —, 26 (Reperinis taškas)
garso —, 42 (Muzikinė skalė)
Inverteris (simbolis), 110
Y plokštės (oscilografas), *81* (Kreipimo sistema)
Y poslinkis (oscilografo valdymas), *81*
IR (loginiai elementai/loginės operacijos), 110, 111
Iridis (Ir), 112, 114
IR spinduliai, žr. Infraraudonieji spinduliai
Įsotintas magnetas, 71
Išcentrinė jėga, 17
Išilginės bangos, 35
Iškyla (bangos), 34
Iškilasis lęšis, *52, 53*
Iškilasis meniskas, 53 (Iškilasis lęšis)
Iškilasis/sklaidomasis veidrodis, 48
Išlydžio vamzdis, 80
Išmagnetinimas, 71
Išorinis apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Išsielektrinimas, 66 (Joninė elektrolizės teorija)
selektyvusis —, 66 (Joninė elektrolizės teorija)
Išvestinė (grafikai), *98*
Išvestiniai dydžiai, 97
Išvestiniai SI vienetai, 97
Išvestis (kompiuterio), 111
Įtampa (*U*), 58 (Potencialų skirtumas)
Įtampos dalytuvas, 63
Įtempimas, 22 (Huko dėsnis)
paviršiaus —, 23
Įtempimo energija, žr. Potencinė tamprumo energija
Iterbis (Yb), 112
Itris (Y), 112
Įvestis (kompiuterio), 111
Izogonaliosios linijos, 73
Izoklininė linija, 73
Izoliatorius (-ai)
elektros —, 56
šilumos —, 28
Izotopas (-ai), 83
radioaktyvusis —, žr. Radioizotopas
Izotopas indikatorius, 91 (Radioaktyvusis žymėjimas)
Įžeminimas, *61*, 110

J

Jautris, 71
Jėga (-os), 6—7, 97, 104—107
apkrovos —, 20 (į)
nenaudingoji — —, 20
Archimedo/keliamoji —, 25
atstojamoji —, *6*
branduolinė —, 7, 84
elektrinė/elektrostatinė —, 6, 105, 107
elektromagnetinė —, 6
elektrostatinė —, 6
gniuždymo —, 7
gravitacijos/sunkio —, 6, 104, 106
įcentrinė —, 17
išcentrinė —, 17
magnetinė —, 6, 105, 107
reakcijos —, 13 (Trečiasis Niutono dinamikos dėsnis)
sąlyčio —, 7
statmenoji — —, 7 (Trinties koeficientas)
sukimo —, 14—15
sunkio/gravitacijos —, 6, 18, 104, 106
tarpmolekulinė —, 7
tempimo —, 7
trinties —, 7
judėjimo/dinaminės — —, 7
ribinės/rimties — —, 7
riedėjimo — —, 7 (Judėjimo trinties jėga)
rimties — —, 7
slydimo — —, 7 (Judėjimo trinties jėga)
statinės — —, žr. Ribinės/rimties trinties jėga
Jėgos impulsas, 12, *97*
Jėgų laukas, 6, 104—107
Jėgų linijos, žr. Lauko linijos
Jodas (I), 112
Jonai, 88 (Jonizacija)
Joninis junginys, *4*
Joninė elektrolizės teorija, 66
Jonizacija, 88
Jonosfera, *45*
Judamoji ritė, 77 (Galvanometras)
Judamosios ritės galvanometras, 77 (Galvanometras)
Judėjimas, 10—11
— apskritimu, 17
— apskritimu pastoviu greičiu, 17 (Judėjimas apskritimu)
Brauno —, 5
periodinis —, 16—17
slenkamasis —, 10 (į)
sukamasis —/sukimasis, 10 (į), 11
tiesiaeigis/linijinis —, 10
Judėjimo trinties jėga, 7
Judėjimo trinties koeficientas, 7 (Trinties koeficientas)
Judesio kiekio tvermės dėsnis, 13
Judesio kiekis/kūno impulsas, 12, *97*
Jungiamieji laidai (simbolis), 110
Jungiklis, 64, 110
dvikryptis —, *64*
dvipolis —, *64*
sukamasis —, *64*
Jungimas
lygiagretusis —, 64
nuoseklusis —, 64
Junginys, 4
joninis —, *4*
Jungo modulis, *22*, 114
Jungo plyšiai, 38
Juodasis kūnas, 29 (Leslio kubas)
Jūros brizas, *28*

K

Kadmis (Cd), 112, 114
Kaitinamoji lempa, 64
Kalcis (Ca), 112
Kalibravimas, 115
Kalioji medžiaga, 23 (Takumo taškas)
Kalis (K), 112
Kalorimetrija, 115
Kamera
burbulinė —, 90
difuzinė Vilsono —, *90*
Kampas (-ai)
atspindžio — (β), 46
kritimo — (α), 46, 50
lūžio — (γ), 50
nuokrypio —, *51*
regėjimo —, 55
ribinis —, 51
Kampinis didinimas, 55 (Regėjimo kampas)
Kampinis greitis, *17*
Kampinis pagreitis, *17*
Kandela (cd), 96
Kapiliaras, *23, 24*, 26 (Stiklinis skysčio termometras)
Kapiliarumas/kapiliarinis veikimas, *23*
K apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Karkasas (elektromagnetų), 74 (Ritė)
Kartotiniai vienetai, 96
Katijonai, 66, 88 (Jonizacija)
Katodas, 66 (Elektrodas)
Katodiniai spinduliai, 80—81
Kaustikos kreivė, 49 (Sferinė aberacija)
Kėliklis, žr. Sraigtinis domkratas
Kelvinas (K), 27 (Absoliutinė temperatūros skalė), 96
Ketus, 114
Kietamagnečiai feromagnetikai, 70 (Feromagnetikas)
Kietasis kūnas, 10 (į)
Kietėjimas/kristalizacija, 30
Kietoji būsena, 5
Kilogramas (kg), 96
Kinematika, 10 (į)
Kinetinė energija (E_k), 9
Kinetinė teorija, 4 (į), 5
Kintamasis (-ieji), 98, 115
Kintamasis kondensatorius, 59, 110
Kintamasis rezistorius, 63, 110
Kirchhofo dėsniai, 63
Kitimo greitis, 115
Kiuris, *87*
Klampumas, 23
Kobaltas (Co), 112, 114
Koeficientas, 115
ilgėjimo — (α), 32, 114
paviršiaus plėtimosi — (β), 32
trinties — (μ), 7
judėjimo — —, 7 (Trinties koeficientas)
ribinės — —, 7 (Trinties koeficientas)
tūrio plėtimosi — (γ), 32
tariamasis — — —, 33
tikrasis/absoliutusis — — —, 33
Koherentinės bangos, 38 (į)
Kohezija, 23
Kolektorius, 65 (Tranzistorius), 76
Kompiuteriai, 111
Komponentai/dedamosios/sandai, *6*, 108 (Skaidymas)
Kondensacija, 30
Kondensacinis elektroskopas, 56 (Elektroskopas)
Kondensatorius, 59, 110
elektrolitinis —, 59, 110
kintamasis —, 59, 110
poliesterinis, 59 (Popierinis kondensatorius)
popierinis —, 59
Konstanta, 113, 115
gravitacijos — (*G*), 18 (Niutono gravitacijos (visuotinės traukos) dėsnis), 113
Planko —, *85*
universalioji dujų —, 33, 113
Konstantanas, 114
Konstruktyvioji interferencija, 39
Konvekcija, 28
Konvekcinė srovė, 28 (Konvekcija)
Koordinačių pradžia (grafikai), *98*
Kosinusas, 115
Kosminė spinduliuotė, 88 (Foninė spinduliuotė)
Kosminiai spinduliai, 86 (Radioizotopai), 88 (Foninė spinduliuotė)
Kranto brizas, *28*
Kreipimo sistema (oscilografo), *81*
Kreivumo centras (*C*), *48, 52*
Kreivumo spindulys (*r*), *48*
Krintančioji banga, 36
Krintantieji bangos frontai, 36 (Krintančioji banga)
Krintantysis spindulys, *46, 50*
Kryptis
lauko —, 104—105
tiesioginė —, 65 (Diodas)
užtvarinė —, 65 (Diodas)
Kriptonas (Kr), 112
Kristalizacija/kietėjimas, 30
Kritimo kampas (α), *46, 50*
Kritimo taškas, *46, 50*
Krizinė masė, 93
Krizinė temperatūra, 5 (Dujos)
Krumpliaratis, 21
Krūvis (elektros), 56—59, 97
Ksenonas (Xe), 112
Kulonas (C), 60, 97
Kulonmetras, žr. Voltametras
Kūnas
juodasis —, 29 (Leslio kubas)
kietasis —, 10 (į)
Kūno impulsas/judesio kiekis, 12
Kūno svoris, 18
Kvadratinis vidurkis, 61 (Kintamoji srovė)
Kvantas (-ai), 85 (Kvantinė teorija)
Kvantinė teorija, 85

L

Laidininkas (-ai)
elektros —, 56
šilumos —, 28 (Šilumos laidumas)
Laidumas
elektrinis —, 62
šilumos —, 28, 114
Laikas (*t*), 96
Laikikliai, 71 (Savaiminis išsimagnetinimas)
Laikinieji magnetai, 70 (Magnetinis minkštumas)
Laisvasis kritimas, 19
Laisvasis svyravimas, žr. Savasis svyravimas
Laisvojo kritimo pagreitis (*g*), 18
Lantanas (La), 112
L apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Laukas (-ai), 104—107
elektrinis —, 58 (į), 105, 107
gravitacijos —, 104, 106
jėgos —, 6, 104—107
magnetinis —, 72—73, 105, 107
Lauko apvijos (elektros variklio), 76
Lauko kryptis, 104—105
Lauko linijos, *6*, 106—107
elektrinio — —, 107
gravitacijos — —, 106
magnetinio — —, 72, 107
Lauko stipris, 106—107
Lauko tranzistorius (simbolis), 110
Laužiamoji geba (*D*), 53
Leideno stiklinė, 59
Legiravimas, 65
Leklanšė elementas, 69
Lempa (simbolis), 110
kaitinamoji —, 64
Lenco taisyklė, 78
Leslio kubas, 29
Lęšis (-ai), 52 (į)
achromatinis —, *54*, 55 (Chromatinė aberacija)
glaudžiamasis —, 52
įgaubtasis —, *52, 53*
iškilasis —, *52, 53*
sklaidomasis —, 53
Lęšių sistema (fotoaparato), *54*
Lęšio formulė/veidrodžio formulė, 49
Lėtėjimas, 11 (Pagreitis)
Lėtiklis, 95 (Šiluminių neutronų reaktorius)
Lydymasis, 30
Lydymosi taškas, 30 (Lydymasis), *31*
Lydinys, 115
Lygiagretusis jungimas, 64
Lygiagretainio taisyklė, 108
Lyginimas
dvipusis —, 65
vienpusis —, 65
Lygtis (-ys), 98—99
bendroji dujų —/idealiųjų dujų —, 33
branduolinės reakcijos —, *92, 93*
būsenos —, žr. Idealiųjų dujų lygtis
simbolių —, *98*
tolygiai kintamo judėjimo —, 11
žodinė —, *98*
Liktinis magnetizmas, 70 (Magnetinis minkštumas)
Linija (-os)
izogonaliosios —, 73
izoklininė —, 73
jėgos —, žr. Lauko linijos
lauko —, *6*, 106—107
Linijinis pagreitis, 14 (į)
Litis (Li), 112
Litras (l), 101
Liuminoforai, 45 (Fosforescencija)
Liutecis (Lu), 112
Lokalinis veikimas, 68
Loginiai elementai, 111
Lupa, žr. Paprasčiausias mikroskopas
Lūžęs spindulys, *50*
Lūžimas, 37, 50—53
Lūžimo dėsniai, 50
Lūžio kampas (γ), 50
Lūžio rodiklis (*n*), 37, 50 (Snelijaus dėsnis), *51*
absoliutinis — —, 37 (Lūžio rodiklis), *50*
Lūžusioji banga, 37 (Lūžimas)

M

Magnetas (-ai), 70—79
laikinieji —, 70 (Magnetinis minkštumas)
molekuliniai —, žr. Dipoliai
nuolatiniai —, 70 (Magnetinis kietumas)
Magnetikas, 70 (į)
Magnetinė ašis, 70
Magnetinė energija, 9
Magnetinė indukcija, 72
Magnetinė jėga, 6, 105, 107
Magnetinė skvarba, 73
Magnetinio lauko linijos, 72, 107
Magnetinio srauto tankis, žr. Magnetinė indukcija
Magnetinis dienovidinis, 73
Magnetinis ekvatorius, *73*
Magnetinis kietumas, 70

Magnetinis (-ai) laukas (-ai), 72—73, 105, 107
Magnetinis minkštumas, 70
Magnetizmas, 70—79
indukuotasis —, 71 (Įmagnetinimas)
liktinis —, 70 (Magnetinis minkštumas)
Magnetizmo domenų teorija, 71
Magnetronas, *45*
Magnis (Mg), 112, 114
Maksimumo termometras, 27
Maksvelo sraigto taisyklė, 74
Maltos kryžiaus vamzdis, 80
Manganas (Mn), 112
Manometras, 25
M apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Masė (*m*), 12, 96
atominė —, žr. Santykinė atominė masė
krizinė —, 93
santykinė atominė —, 83, 112—113
subkrizinė —, 93 (Krizinė masė)
Masės centras, 10
Masės defektas, 84
Masės ir energijos formulė (Einšteino), *84*
Masės skaičius (*A*), 82
Matavimas, 100—101
Matavimo cilindras, 101
Matuojamas fono lygis, 88 (Foninė spinduliuotė)
Matuoklis (-ai) (elektriniai), 77 (į)
— su judančia geležine šerdimi, 77
universalusis —, 77
Mazgai, 39, 43 (Stovinčiosios bangos)
Mazgų linijos, *38*, 39 (Mazgai)
Mazgų taškai, žr. Mazgai
Mechaninė energija, 9
Mechaninė nauda, 20
Mechaninės bangos, 34 (į)
Medicininis termometras, *26*
Medžiaga (-os)
kalioji —, 23 (Takumo taškas)
plastiškosios —, 22 (Tamprumas)
sukepintosios —, 70 (Feromagnetikas)
tampriosios/elastiškosios —, 22 (Tamprumas)
trapioji —, 23 (Takumo taškas)
Megaelektronvoltas (MeV), 85
Meniskas, 115
įgaubtasis —, 53 (Įgaubtasis lęšis)
iškilasis —, 53 (Iškilasis lęšis)
Mėnulio užtemimas, 47 (Užtemimas)
Menzūra (laboratorinė stiklinė), 100
Metalų ekstrakcija, 67
Metras (m), 96
Mikrobangos, *44*, 45
Mikrobangų krosnelė, 45 (Mikrobangos)
Mikrofonas (simbolis), 110
Mikrometras, 101
Mikroschema, 111 (Kompiuteriai)
Mikrosiūlės, 7
Mikroskopas, 54
paprasčiausias —, 54 (Mikroskopas)
sudėtingas —, 54 (Mikroskopas)
Miliampermetras (simbolis), 110
Minimumo termometras, 27
Minkštamagnečiai feromagnetikai, 70 (Feromagnetikas)
Mišinys, 4 (Junginys)
Miu metalas, *73*
Modulis
Jungo —, *22*, 114
Molekulės, 4—5
Molekulinis magnetas, žr. Dipoliai
Molekulių potencinė energija, 8
Molekulių savybės, 22—23
Molibdenas (Mo), 112, 114
Molis (mol), 96
Momentas (-ai), 14
atstojamasis —, 14 (Momentas), 15 (Sukamoji pusiausvyra)
sukimo —, 14
Momentinis greitis, 10 (Greitis)
Momentinis greitis (vektorinis dydis), 10 (Greitis (vektorinis dydis))
Momentų taisyklė, 15 (Sukamoji pusiausvyra)
Monochordas, *43*
Mūšos dažnis, 42 (Mūša)
Mūša, 42
Muzikinė skalė, 42 (Muzikos garsai)
Muzikos garsai, 42—43

N

N apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Natos, 42 (Muzikos garsai)
Natris (Na), 112
Nauda (mechaninė), 20
Naudingumo koeficientas (η), 20
NE (loginiai elementai/operacijos), 110, 111
Neelektrolitas, *66*
NE-ARBA (loginiai elementai/operacijos), 110, 111
NE-IR (loginiai elementai/operacijos), 110, 111
Nenaudingoji apkrovos jėga, 20
Neodimis (Nd), 112
Neonas (Ne), 112
Nepastovioji pusiausvyra/nestabilioji pusiausvyra, 15
Nepriklausomas kintamasis, *98*
Neptūnis (Np), 112
Nestabilioji pusiausvyra, žr. Nepastovioji pusiausvyra
Nesvarumas, 19
tariamasis —, 19
tikrasis —, 19
Neutralioji pusiausvyra, žr. Beskirtė pusiausvyra
Neutralusis laidas, *61*
Neutralusis taškas, 72
Neutrinas, 87 (Beta skilimas)
Neutronas (-ai), 82
dalijimosi —, 92 (Branduolio dalijimasis)
Neutronų skaičius (*N*), 82
Nikelis (Ni), 112, 114
Nikelio-kadmio akumuliatorius, 69 (Šarminis akumuliatorius)
Niobis (Nb), 112
Niutonas (N), 6, 97
Niutonmetras (Nm), 14 (Momentas)
Niutono dinamikos dėsniai, 12—13
Niutono gravitacijos dėsnis/visuotinės traukos dėsnis, 18
Nonijaus skalė, 100
Norminis elementas, 69
npn tranzistorius, *65*, 110
n puslaidininkiai, 65 (Legiravimas)
Nukleonas (-ai), 82 (Branduolys)
Nulio paklaida, 102
Nuokrypio kampas, *51*
Nuokrypis, *34*
— per visą skalę, 77 (Ampermetras)
Nuolatinė srovė, 60
Nuolatiniai magnetai, 70 (Magnetinis kietumas)
Nuoseklusis jungimas (grandinės elementų), 64
Nuostovioji banga, žr. Stovinčioji banga
Nuosvyris, žr. Inklinacija
Nuožulnioji plokštuma, 21
Nusistovėjęs greitis, 19
Nusodinimas (elektrolitinis), 67

O, Q

O apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Q apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Objektyvas, *54*, *55*
Oktetas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Okuliaras, *54*, 55
mikroskopo —, *54*
teleskopo —, *55*
Omas (Ω), 62 (Elektrinė varža), 97
Omo dėsnis, 62
Operatyvioji atmintis (RAM), žr. Tiesioginės kreipties atmintis
Optinės skaidulos, *51*
Optiniai prietaisai, 54—55
Optinis centras (*O*), *52*
Optinis tankis, 50 (Snelijaus dėsnis)
Orbita (geonuostovioji), 19
Orbitalės, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Orientuoti domenai, 71 (Magnetizmo domenų teorija)
Oscilografas, *73*, 81
Osmis (Os), 112

P

Padalytas prisilietimas, 71
Pagreitis, 11, 97
įcentrinis — (a_{ic}), 17
kampinis —, 14 (į), *17*
laisvojo kritimo — (*g*), 18
linijinis —, 14 (į)
pastovusis —, 11 (Pagreitis)
Pagrindinė energinė būsena, 84 (į)
Pagrindinė optinė ašis, *48*, *52*
Pagrindiniai dydžiai, 96
Pagrindiniai SI vienetai, 96
Pagrindinis dažnis, 43 (Svyravimo modos)
Pagrindinis intervalas, 26 (Reperinis taškas)
Pagrindinis židinys (*F*), *48*, *52*
Paklaida (-os), 102—103
atskaitos —, 103
nulio —, 102
paralakso —, 102
Paladis (Pd), 112, 114
Papildomosios spalvos, *55*
Paprasčiausias mikroskopas, 54 (Mikroskopas)
Paprastasis barometras, *25*
Paprastasis elementas, 68
Paprastasis (-ieji) mechanizmas (-ai), 20—21
idealusis — —, 20
P apvalkalas, 83 (Elektroniniai apvalkalai)
Paralaksas, 47
Paralakso paklaida, 102
Paramagnetizmas, 72
Pasipriešinimo jėga, 19 (Nusistovėjęs greitis)
Pasyvusis elektrodas, 66 (Elektrodas)
Paskalis (Pa), *24*, 97
Pastangų jėga, 20 (į)
Pastovaus modulio greitis, 10 (Greitis)
Pastovus greitis, 10 (Greitis (vektorinis dydis))
Pastovioji atmintis, žr. Skaitomoji atmintis
Pastovioji/stabilioji pusiausvyra, 15
Pastovus pagreitis, 11 (Pagreitis)
Paviršiaus įtempimas, 23
Paviršiaus plėtimosi koeficientas (β), 32
Paviršiaus plotas (matavimas), 101
Paviršinis krūvio tankis, 57
Paviršius (ekvipotencialinis), 58
Perdavimo skaičius, 20
Periodas (*T*), 16, *34*, 97
savasis —, 17 (Savasis svyravimas)
Periodinis judėjimas, 16—17
Perkaitintas skystis, 90 (Burbulinė kamera)
Persotintieji garai, 90 (Vilsono kamera)
Pietinis magnetinis polius, 73
Pietų polius, 70 (Polius)
Piknometras, 24
Pirmasis elektrostatikos dėsnis, 56
Pirmasis magnetizmo dėsnis, 70 (Polius)
Pirminė elektrinė grandinė, *78*
Pirminė ritė, 79
Pirminis elementas, 69
Planko konstanta (*h*), *85*
Plastinė deformacija, 23 (Takumo taškas)
Plastiškosios medžiagos, 22 (Tamprumas)
Platina (Pt), 112, 114
Plėtimasis
anomalusis —, 33
šiluminis —, 32—33
Plėtimosi koeficientas, 32 (į)
paviršiaus — — (β), 32
tūrio — — (γ), 32
absoliutusis — — —, žr. tikrasis — — —
tariamasis — — —, *32*, 33
tikrasis — — —, *32*, 33
Plienas, 114
Plokščiasis veidrodis, 47
Plokščioji ritė, 74
Plokštelė (bimetalinė), 32
Plokštės
Y —, *81* (Kreipimo sistema)
X —, *81* (Kreipimo sistema)
Plotas (*S*), 97
(jo matavimas), 101
paviršiaus — (jo matavimas), 101
Plūduriavimo sąlyga, *25*, 25
Pluoštai
elektronų —, 80
Plutonis (Pu), 112
pnp tranzistorius, *65*, 110
Poliarizacija, 68
Poliesterinis kondensatorius, 59 (Popierinis kondensatorius)
Polius (-ai)
magnetų —, 70
pietų —, 70 (Polius)
šiaurės —, 70 (Polius)
tarpiniai —, 71
veidrodžių —, *48*
Polonis (Po), 113
Popierinis kondensatorius, 59
Poslinkis, 10
Y —, *81*
X —, *81*
Potencialas, 58, 106—107
Potencialo dalytuvas, žr. Įtampos dalytuvas
Potencialų skirtumas (*U*), 58, 97, 106—107
Potencinė energija, 8, 106—107
branduolių — —, 9
elektromagnetinė — —, 8
gravitacinė — —, 8
molekulių — —, 8
tamprumo/elastiškumo — —, 8
Potencialo gradientas, 58 (Potencialas)
Potenciometras, 63 (Kintamasis rezistorius), 110
Potencinė tamprumo energija, 8
Pozitronai, 86 (Beta dalelės), 87 (Beta skilimas)
Pradinės spalvos, 55
Praretėjimas (bangos), 35
Prazeodimis (Pr), 113
Presas (hidraulinis), 21
Priekiba/adhezija, 23
Priešdėliai (vienetai), 96
Priešingos fazės (bangų), 38 (Fazė)
Priešpriešinė elektrovara, 60 (Elektrovara)
Priešvaržė, 77 (Voltmetras)
Prietaisai
optiniai —, 54—55
Priklausomas kintamasis, *98*
Priverstinis dalijimasis, 92
Priverstinis svyravimas, 17
Prizmė, 51
Procesorius, žr. Centrinis procesorius
Projekcijos aparatas, 54
Projekcijos aparato lęšis (projekcijos aparatas), *54*
Prometis (Pm), 113
Proporcingumas
atvirkštinis —, 115
tiesioginis —, 115
Proporcingumo riba, 22 (Huko dėsnis)
Protaktinis (Pa), 113
Protonai, 82
Pūpsniai, 39
Pūpsnių linijos, *38*, 39 (Pūpsniai)
Pūpsnių taškai/Pūpsniai, 39, *43*
Pusamžis ($T_{1/2}$), 87
Pusiausvyra, 14—15
beskirtė —, 15
dinaminė —, 14 (Pusiausvyra)
nepastovioji —, 15
nestabilioji —, žr. nepastovioji —
neutralioji —, žr. beskirtė —
pastovioji —, 15
stabilioji —, žr. pastovioji —
statinė —, 14 (Pusiausvyra)
sukamoji —, 15
termodinaminė —, 28 (į)
tiesinė —, 15
Puslaidininkiai, 65
n —, 65 (Legiravimas)
p —, 65 (Legiravimas)
Pusšešėlis, 46 (Šešėlis)

R

Radaras, 45 (Mikrobangos)
Radijo bangos, *44*, 45
Radioaktyvioji seka, 87
Radioaktyvumas, *85*, 86—91
Radioaktyvusis izotopas, žr. Radioizotopas
Radioaktyvusis skilimas, 87
Radioaktyvusis žymėjimas, 91
Radioanglies datavimo metodas/radioanglinio amžiaus nustatymas, 91
Radioanglinio amžiaus nustatymas/radioanglies datavimo metodas, 91
Radiografinė nuotrauka
  gama spindulių — —, 91 (Gama radiografija)
  Rentgeno spindulių — —, *44*
Radiografija
  gama —, 91
  Rentgeno spindulių —, *44*
Radioizotopas, 86
Radiologija, 91
Radioterapija, 91
Radis (Ra), 113
Radonas (Rn), 113
Rafinavimas, žr. Elektrolitinis gryninimas
Raketos variklis, 13
RAM, žr. Tiesioginės kreipties atmintis
Ratilų rezervuaras, 36
Reakcija/atoveikis, 13 (Trečiasis Niutono dinamikos dėsnis)
Reakcija (-os)
  branduolinės —, *85*, 92 (į), 94—95
  D-T —, *93*, 94 (Sintezės reaktorius)
  grandininė —, 92 (Priverstinis dalijimasis)
  termobranduolinės —, 93 (Branduolių sintezė)
Reakcijos jėga, 13 (Trečiasis Niutono dinamikos dėsnis)
Reaktansas, žr. Reaktyvioji varža
Reaktyvioji varža, 64
Reaktyvusis variklis, 13
Reaktoriaus apvalkalas, *95*
Reaktorius (branduolinis), 94 (į)
  dalijimosi —, 94
  dujomis šaldomas — (DŠR), *95*
  greitųjų neutronų —/greitasis brideris, 95
  sintezės —, 94
  suslėgtojo vandens — (SVR), *95*
  šiluminių neutronų —, 95
Regėjimo kampas, 55
Regeneravimo gamykla, *94*
Regimoji šviesa, 45, 54—55 (Spalva)
Regimosios šviesos spektras, 54, 55
Reikšminiai skaitmenys, 103
Reiškinys
  aštrių kampų —, 57
  Doplerio —, 41
  šiltnamio —/efektas, 29
Relė, 75, 110
Reliatyvusis greitis, 11
Renis (Re), 113
Rentgenografija, *44*
Rentgeno spinduliai, 44, *85*
Rentgeno vamzdis, 81
Reostatas, *63*
Reperinis taškas, 26
  apatinis — —, 26 (Reperinis taškas)
  viršutinis — —, 26 (Reperinis taškas)
Reverberacija, žr. Aidėjimas
Rezerfordo ir Boro atomas, 82
Rezistorius, 62, 110
  anglinis —, 62 (Rezistorius)
  kintamasis —, 63, 110
Rezonansas, 17
Riba
  tamprumo —, 22
  proporcingumo —, 22
Ribinė trinties jėga, 7
Ribinės trinties koeficientas, 7 (Trinties koeficientas)
Ribinis kampas (α_0), 51
Ribinis spindulys, 51 (Ribinis kampas)
Riedėjimo trinties jėga, 7 (Dinaminės trinties jėga)
Rimties trinties jėga, 7
Ryšio energija, 84
  — —, tenkanti vienam nukleonui, *84*
Ritė, 74
  antrinė —, 79
  pirminė —, 79
  plokščioji —, 74
Rodiklis
  lūžio — (*n*), 37, *50* (Snelijaus dėsnis), *51*
  absoliutinis — —, 37 (Lūžio rodiklis), *50*
Rodyklė, 27 (Maksimumo ir minimumo termometrai)
Rodiklinis žymėjimas, 109
Rodis (Rh), 113
ROM, žr. Skaitomoji atmintis
Rubidis (Rb), 113
Rūgštinis akumuliatorius, 69
Rutenis (Ru), 113

S

Sąlyčio jėga, 7
  statmenoji — —, 7 (Trinties koeficientas)
Samaris (Sm), 113
Sankiba, žr. Kohezija
Santykinė atominė masė, 83, 112—113
Santykinis tankis, 24
Saugiklis (elektros), *61*, 110
Saulės užtemimas, 47 (Užtemimas)
Sausasis elementas, 69
Savaiminis išsimagnetinimas, 71
Savaiminis dalijimasis, 92
Savasis dažnis, 17 (Savasis svyravimas)
Savasis periodas, 17 (Savasis svyravimas)
Savasis svyravimas, 17
Savybės
  dujų —, 33
  fizikinės medžiagų —, 114
  molekulių —, 22—23
Saviindukcija, 79
Savitasis svoris, žr. Santykinis tankis
Savitoji/specifinė fazinio virsmo šiluma (*l*), 30 (Būsenos kitimas)
Savitoji/specifinė lydymosi šiluma, 31, 114
Savitoji/specifinė garavimo šiluma, 31
Savitoji/specifinė elektrinė varža (ρ), 62, 114
Savitoji/specifinė šiluma (c), 30, 114
Scintiliacija (-os), 45 (Fosforescencija), 90 (Scintiliacinis skaitiklis)
Scintiliacinis kristalas, 90 (Scintiliacinis skaitiklis)
Scintiliacinis skaitiklis, 90
Sekundė (-ės), 96
Selektyvusis išsielektrinimas, 66 (Joninė elektrolizės teorija)
Selenas (Se), 113, 114
Sferinė aberacija, 49
Sferiniai veidrodžiai, 48 (į)
Sidabras (Ag), 113, 114
Siekis (jėgos veikimo), 6
Siera (S), 113
Silicis (Si), 113, 114
  amorfinis —, 114
Silpimas, 35
Simbolis (-ai), 96—97, 99, 110, 112—113
Simbolių lygtis, 98
Sintezė (branduolių), *85*, 92—93
Sintezės/termobranduolinė bomba, 93
Sintezės reaktorius, 94
Sinusas, 115
Sistema, 115
  kreipimo —, *81*
  skridinių —, *21*, 21
  lęšių —, *54*
SI vienetai, 96—97
  išvestiniai — —, 97
  pagrindiniai — —, 96
Skaičius (-ai)
  atominis — (*Z*), 82, 112—113
  Avogadro — (N_A), 96 (Molis)
  Faradėjaus — (*F*), 113
  masės — (*A*), 82
  neutronų — (*N*), 82
  perdavimo —, 20
  (žymėjimas), 109
Skaidymas, 108
Skaitiklis
  Geigerio/impulsų —, 89
Skaitlys/skeneris, *91*
Skaitmeninės grandinės, 111 (Loginiai elementai)
Skaitomoji atmintis (ROM), 111 (Atmintis)
Skalė
  absoliutinė temperatūros —, 26 (į), 27
  Celsijaus —, 26 (į), 27
  chromatinė —, *42*
  diatoninė —, *42*
  Farenheito —, 27
  muzikinė —, 42 (Muzikos garsai)
  nonijaus —, 100
  termodinaminė —, žr. Absoliutinė temperatūros skalė
Skaliariniai dydžiai, 108
Skandis (Sc), 113
Skeneris/skaitlys, *91*
Skenavimas (ultragarsinis), *40*, 41 (Aidas)
Skersinės bangos, 34
Skilimas
  alfa — (α skilimas), 87
  beta — (β skilimas), 87
  radioaktyvusis —, 87
Skilimo produktų grandinėlė, žr. Radioaktyvioji seka
Skirtumas
  fazių —, 38 (Fazė)
  potencialų — (*U*), 58, 97, 106—107
Skystoji būsena, 5
Sklaidomasis lęšis, 53
Sklaidomasis veidrodis, žr. Iškilasis veidrodis
Sklaidusis/difuzinis atspindys, 47
Skleidimo generatorius (oscilografo valdymas), *81*
Sklindančios bangos, 34 (į)
Skridinių sistema, *20*, 21
Skvarba
  dielektrinė —, 59
  magnetinė —, 73
Slankmatis, 100 (Nonijaus skalė)
Slėgis (*p*), 24—25, 97
  atmosferos —, *24*, 25 (Barometras)
Slėgio dėsnis, 33
Slenkamasis judėjimas, 10 (į)
Slenkamojo judėjimo kinetinė energija, 9 (Kinetinė energija)
Slydimo trinties jėga, žr. Dinaminės trinties jėga
Slopinimas, 16
Smūginė banga, *40*
Smūgis (garsinis), 40
Snelijaus dėsnis, 50
Solenoidas, 74
Sonaras, 41 (Aidas)
Sonometras, *43*
Spalva (-os), 54—55
  antrinės —, *55*
  papildomosios —, *55*
  pradinės —, 55
Spalvų filtravimas, 55
Spalvų maišymas, 55
Spektras, 115
  elektromagnetinis —, *44*
  regimosios šviesos —, 54 (Spalva), 55
Spektrometras, 54 (Spalva)
Spinduliavimas, 29
Spindulys (-iai)
  alfa — (α spinduliai), 86 (į)
  atsispindėjęs —, *46*
  beta — (β spinduliai), 86 (į)
  gama — (γ spinduliai), 44, *85*, 86
  infraraudonieji (IR) —, *44*, 45
  katodinis —, 80—81
  kosminiai —, 86 (Radioizotopas), 88 (Foninė spinduliuotė)
  kreivumo — (*r*), *48*
  krintantysis —, *46*, *50*
  lūžęs —, *50*
  Rentgeno —, 44, *85*
  ribinis —, 51 (Ribinis kampas)
  šviesos —, 46 (į), 47—55
  ultravioletiniai (UV) —, 44
Spinduliuotė, 9, 29, 29 (Termobaterija)
  foninė —, 88
  kosminė —, 88 (Foninė spinduliuotė)
  infraraudonoji (IR) —, 29 (Spinduliavimas)
Spyruoklinės svarstyklės, *22*
Sraigtinis domkratas/kėliklis, 21
Srauto linijos, žr. Lauko linijos
Srauto tankis (magnetinio) —, 72
Srovė (-ės)
  elektros —, 56 (į), 60—64, 96
  Fuko —, žr. sūkurinės —
  kintamoji —, 61, 110
  konvekcinė —, 28 (Konvekcija)
  nuolatinė —, 60
  sūkurinės —, 79
Srovės stipris, 60 (Amperas), *61*, *62*
Srovės svarstyklės, 60 (Amperas)
Stabilioji pusiausvyra, žr. Pastovioji pusiausvyra
Standartinė išraiška, 109
Statinė elektra, 56—57
Statinė pusiausvyra, 14 (Pusiausvyra)
Statinė trinties jėga, žr. Ribinė trinties jėga
Statmuo, *46*, *50*
Statmenoji sąlyčio jėga, 7 (Trinties koeficientas)
Stibis (Sb), 113, 114
Stiklinis skysčio termometras, 26
Stiprinimas (oscilografo valdymas), *81*
Stiprintuvas (simbolis), 110
Stipris
  lauko —, 106—107
  srovės — 60 (Amperas), *61*, *62*
  šviesos —, 96
Stiprumo riba, *23*
Stovinčioji banga, 43
Stroncis (Sr), 113
Subatominės dalelės, 82 (į)
Subkrizinė masė, 93 (Krizinė masė)
Sublimacija, 31
Sudėtingas mikroskopas, 54 (Mikroskopas)
Sukamasis jungiklis, *64*
Sukimasis/sukamasis judėjimas, 10 (į), 11
Sukamoji pusiausvyra, 15
Sukamojo judėjimo kinetinė energija, 9 (Kinetinė energija)
Sukamasis judėjimas/sukimasis, 10 (į), 11
Sukepintosios medžiagos, 70 (Feromagnetikas)
Sukimo jėgos, 14—15
Sukimo momentas, žr. Momentas
Sūkurinės srovės, 79
Suminis spalvų maišymas, 55 (Spalvų filtravimas ir maišymas)
Sunkio jėga/sunkis, 18
Superpozicija, 39 (Superpozicijos principas)
Superpozicijos principas, 39
Susidūrimas, 12
Susitarimas dėl ženklo, 11
Suslėgtojo vandens reaktorius (SVR), *95*
Sutankėjimas (bangos), 35
Sutapimas (bangų fazės), 38 (Fazė)
Svertas, 21
Svyravimas, 16, 34 (į)
  laisvasis —, žr. savasis —
  priverstinis —, 16
  savasis —, 16
Svyravimo modos, 43
Svoris (kūno), 18
SVR, žr. Suslėgtojo vandens reaktorius

Š

Šalimo kreivė, *31*
Šarlio dėsnis, 33
Šarminis akumuliatorius, 69

Šepetėliai (elektros variklio), 76
Šerdis
elektromagnetų —, 74
branduolinio reaktoriaus —, 94 (Dalijimosi reaktorius)
Šešėlis, 46
Šiaurės polius, 70 (Polius)
Šiaurinis magnetinis polius, 73
Šiltnamio reiškinys/efektas, 29
Šiluma
fazinio virsmo — (L), 30, 31
savitoji — — — (l), 30
savitoji/specifinė — (c), 30, 114
Šiluminė baterija/termobaterija, 29
Šiluminė energija, 9, 28—33
Šiluminės spinduliuotės energija, 29 (Spinduliavimas)
Šiluminė talpa (C), 30
Šiluminis/terminis vaizdas, 45 (Infraraudonieji spinduliai)
Šiluminių neutronų reaktorius, 95
Šilumnešis (branduolinis reaktorius), 94, 95
Šilumos laidumas, 28, 114
Šilumos perdavimas, 28—31
ŠSD, žr. Šviesą spinduliuojantis diodas
Šuolis (atomas/branduolys), 85
Šuntas, 77 (Ampermetras)
Šviesa, 46—55
regimoji —, 45, 54—55 (Spalva)
Šviesą spinduliuojantis diodas (ŠSD), 65, 110
Šviesos apgrąžos principas, 49, 50
Šviesos atspindys, 46—49
Šviesos atspindžio dėsniai, 46
Šviesos lūžimas, 50—53
Šviesos lūžimo dėsniai, 50
Šviesos stipris, 96
Švinas (Pb), 113, 114

T

Taisyklė (-ės)
Ampero —, 74
generatoriaus —, žr. Flemingo dešiniosios rankos taisyklė
Flemingo kairiosios rankos —, 76
Flemingo dešiniosios rankos —, 78
Maksvelo sraigto —, 74
momentų —, 15 (Sukamoji pusiausvyra)
kairiosios rankos —, žr. Flemingo kairiosios rankos taisyklė
Lenco —, 78
lygiagretainio —, 108
dešiniosios rankos —, 74
Takumo taškas, 23
Takumo tašką atitinkantis įtempimas, 22 (Tamprumo riba)
Talis (Tl), 113
Talpa, 101
elektrinė — (C), 69, 97
šiluminė — (C), 30
Tamprioji deformacija, 23 (Takumo taškas)
Tampriosios/elastiškosios medžiagos, 22 (Tamprumas)
Tamprumas, 22
Tamprumo riba, 22
Tangentas, 115
Tantalas (Ta), 113, 114
Tankiamatis/Areometras, 25
Tankio butelis, žr. Piknometras
Tankis (ρ), 24—25, 97, 114
magnetinio srauto —, žr. Magnetinė indukcija
optinis —, 50 (Snelijaus dėsnis)
paviršinis krūvio —, 57
santykinis —, 24
Tariamasis gylis, 51
Tariamasis nesvarumas, 19
Tariamasis tūrio plėtimosi koeficientas, 32, 33
Tariamoji varža/Impedansas, 64
Tarpiniai poliai, 71
Tarpmolekulinė jėga, 7
Tarptautinė vienetų sistema (SI vienetai), 96—97
Taškas (-ai)
atramos —, 14 (į, Momentas), 21 (Svertas)
kritimo —, 46, 50
lydymosi —, 30 (Lydymasis), 31
mazgų —, žr. Mazgai
neutralusis —, 72
pūpsnių —, žr. Pūpsniai
reperinis —, 26
apatinis — —, 26
viršutinis — —, 26
takumo —, 23
užšalimo —, 30 (Užšalimas)
vandens — —, 26 (Reperinis taškas)
virimo —, 30 (Garavimas), 31
vandens — —, 26 (Reperinis taškas)
židinio —, žr. Pagrindinio židinio taškas
Technecis (Tc), 113
Teisingumo lentelės, 111
Teleskopas, 55
Televizija, 81
Telūras (Te), 113, 114
Tembras, 43 (Svyravimo modos)
Temperatūra, 26—27, 96
krizinė —, 5 (Dujos)
Temperatūros gradientas, 28 (Laidumas)
Temperatūros skalė
absoliutinė/termodinaminė — —, 27
Temperatūrinis spinduliavimas, 45 (Regimoji šviesa)
Tempimo jėga, 7
Teorija
domenų — (magnetizmo), 71
joninė elektrolizės —, 66
kinetinė —, 4 (į), 5
kvantinė —, 85
Terbis (Tb), 113
Termistorius, 27, 65
Termobaterija, 29
Termobranduolinės reakcijos, 93 (Branduolių sintezė)
Termodinaminė pusiausvyra, 28 (į)
Termodinaminė temperatūros skalė, žr. Absoliutinė temperatūros skalė
Termoelektroninė emisija, 80 (Elektronų prožektorius)
Termoelementas, 27
Termometras, 26
maksimumo —, 27
medicininis —, 26
minimumo —, 27
stiklinis skysčio —, 26
varžinis —, 27
Termostatas, 32
Terpė, 115
Tiesiaeigis judėjimas, 10
Tiesinė pusiausvyra, 15
Tiesinis didinimas, 49
Tiesioginė kryptis, 65 (Diodas)
Tiesioginės kreipties atmintis (RAM), 111 (Atmintis)
Tiesusis bangos frontas, 34
Tikimybių debesys, žr. Orbitalės
Tikrasis atvaizdas, 49 (Atvaizdas)
Tikrasis nesvarumas, 19
Tikrasis/absoliutusis tūrio plėtimosi koeficientas, 32, 33
Tikslumas, 102—103
Tiltelis su metriniu reochordu, 63 (Vitstono tiltelis)
Titanas (Ti), 113
Tolygiai kintamo judėjimo lygtys, 11
Tono aukštis, 42
Toričelio tuštuma, 25
Toris (Th), 113
Transformacija (atomas/branduolys), 85
Transformacijos koeficientas, 79
Transformatorius (-ai), 79, 110
aukštinimo —, 79
žeminimo —, 79
Transliacinis judėjimas, žr. Slenkamasis judėjimas
Tranzistorius (-ai), 65, 111
lauko — (simbolis), 110
npn —, 65, 110
pnp —, 65, 110
Trapioji medžiaga, 23 (Takumo taškas)
Trinties jėga, 7
judėjimo — —, 7
ribinės/rimties — —, 7
riedėjimo — —, 7 (Judėjimo trinties jėga)
rimties — —, 7
slydimo — —, 7 (Judėjimo trinties jėga)
statinės/rimties — —, 7
Trinties koeficientas (μ), 7
judėjimo — —, 7 (Trinties koeficientas)
ribinės — —, 7 (Trinties koeficientas)
Trintis, žr. Trinties jėga
Triukšmas, 42 (į)
Tulis (Tm), 113
Turbina, 94
Tūrio plėtimosi koeficientas (γ), 32
Tūris (V), 97, 101, 115

U

Ultragarsas, 40
Ultragarsinis skenavimas, 40, 41 (Aidas)
Ultragarso bangos, 40 (Ultragarsas)
Ultravioletiniai spinduliai (UV spinduliai), 44, 85
Unifikuotas atominės masės vienetas (a. m. v.), 83 (Santykinė atominė masė)
Universalioji dujų konstanta, 33, 113
Universalusis matuoklis, 77
Uranas (U), 113
UV spinduliai, žr. Ultravioletiniai spinduliai
Uždengimas skydu, žr. Ekranavimas
Užšalimo taškas, 30 (Kietėjimas)
Užtemimas, 47
dalinis —, 47
Mėnulio —, 47 (Užtemimas)
Saulės —, 47 (Užtemimas)
visiškasis —, 47
žiedinis —, 47
Užtvarinė kryptis, 65 (Diodas)

V

Vaizdas
interferencinis —, 38 (į), 39
šiluminis/terminis —, 45 (Infraraudonieji spinduliai)
Vakuuminė kolba, 29
Valdymo strypai, 94 (Dalijimosi reaktorius), 95
Valdymo tinklelis (oscilografas), 81
Vamzdis (elektroninis), 80 (į)
Vanadis (V), 113
Van de Grafo generatorius, 57
Vandenilis (H), 113
Vandenilinė bomba (H bomba), 93 (Sintezės bomba)
Vandens užšalimo taškas, 26 (Reperinis taškas)
Vandens virimo taškas, 26 (Reperinis taškas)
Vanduo, 114
Variklis
elektros —, 76
raketos —, 13
reaktyvusis —, 13
Varis (Cu), 113, 114
Vario voltametras, 67 (Voltametras)
Varža
aktyvioji —, 62 (Elektrinė varža)
elektrinė —, (R), 62, 97
savitoji — — (ρ), 62, 114
reaktyvioji —, 64
vidinė — (r), 63
Varžas/rezistorius, 62
Varžinis termometras, 27
Vatas (W), 9 (Galia), 97
Veidrodinis atspindys, 46
Veidrodis (-džiai)
įgaubtasis/glaudžiamasis —, 48
iškilasis/sklaidomasis —, 48
plokščiasis —, 47
sferinis —, 48 (į)
Veidrodžio formulė/lęšio formulė, 49
Veikimas
kapiliarinis —, 23
lokalinis —, 68
Veiksmas, 13 (Trečiasis Niutono dinamikos dėsnis)
Vektoriniai dydžiai, 108
Vidinė energija, 9
Vidinė varža (r), 63
Vidurkis, 115
Vidutinė padėtis, 16, 34
Vidutinis greitis, 10 (Greitis)
Vidutinis greitis (vektorinis dydis), 10 (Greitis)
Vienetas (-ai), 96—97
daliniai —, 96
išvestiniai SI —, 97
kartotiniai —, 96
pagrindiniai SI —, 96
unifikuotas atominės masės — (a. m. v.), 83 (Santykinė atominė masė)
Vienizotopis elementas, 83 (Izotopai)
Vienpusis lyginimas, 65
Vientisas prisilietimas, 71
Vilsono kamera, 90
difuzinė — —, 90
kondensacinė — —, 90
Virimas, 30 (Garavimas)
Virimo taškas, 30 (Garavimas), 31
Virsmas (energijos), 8 (į), 9
Viršgarsinis greitis, 40
Virštoniai, 43 (Svyravimo modos)
Viršutinis reperinis taškas, 26 (Reperinis taškas)
Visiškasis užtemimas, 47
Visiškasis vidaus atspindys, 51
Vitstono tiltelis, 63
Visuotinė trauka/gravitacija, 18—19
Volframas (W), 113, 114
Voltametras/kulonmetras, 67
vario —, 67
Hofmano —, 67
Voltas (V), 58 (Potencialų skirtumas), 97
Voltmetras, 77, 110
Voltos elementas, 68
Voltos stulpas, žr. Voltos elementas
Vulfo (impulsinis) elektroskopas, 89

Z

Zirzeklis (elektrinis), 75
Zumeris (elektrinis), žr. Elektrinis zirzeklis

Ž

Žadinimo apvijos, žr. Lauko apvijos
Žaibas, 57
Žaibolaidis, 57 (Žaibas)
Žalvaris, 114
Žeminimo transformatorius, 79
Židinio nuotolis (f), 48, 52
Židinio taškas, žr. Pagrindinis židinys
Žiedinis užtemimas, 47
Žymėjimas
radioaktyvusis —, 91
rodiklinis —, 109
skaičių —, 109
Žymintysis kompasas, 72 (Magnetinio lauko linijos)
Žingsnis (mechaninis), 21 (Sraigtinis domkratas)
Žodinė lygtis, 98

X

X ašis (grafikas), 98
X plokštės (oscilografas), 81 (Kreipimo sistema)
X poslinkis (oscilografo valdymas), 81

Turinys

Mechanika ir bendroji fizika

Atomai ir molekulės 4
Jėgos 6
Energija 8
Judėjimas 10
Dinamika 12
Sukimo jėgos 14
Periodinis judėjimas 16
Gravitacija (visuotinė trauka) 18
Paprastieji mechanizmai 20
Molekulių savybės 22
Tankis 24

Šiluma

Temperatūra 26
Šilumos perdavimas 28
Šilumos perdavimas ir faziniai virsmai 30
Šiluminis plėtimasis 32
Dujų savybės 33

Bangos

Bangos 34
Atspindys, lūžimas ir difrakcija 36
Bangų interferencija 38
Garso bangos 40
Garso suvokimas 42
Elektromagnetinės bangos 44
Šviesa/šviesos atspindys 46
Šviesos lūžimas 50
Optiniai prietaisai 54

Elektra ir magnetizmas

Statinė elektra (elektrostatika) 56
Potencialas ir talpa 58
Elektros srovė 60
Srovės valdymas 62
Puslaidininkiai 65
Elektrolizė 66
Elementai ir baterijos 68
Magnetai 70
Magnetiniai laukai 72
Elektromagnetizmas 74
Elektriniai matuokliai 77
Elektromagnetinė indukcija 78
Katodiniai spinduliai (elektronų pluoštai) 80

Atomo ir branduolio fizika

Atomo sandara 82
Atominė ir branduolinė energija 84
Radioaktyvumas 86
Radiacijos aptikimas ir matavimas 88
Radioaktyvumo taikymas 91
Branduolių dalijimasis ir sintezė 92
Branduolinė (atominė) energetika 94

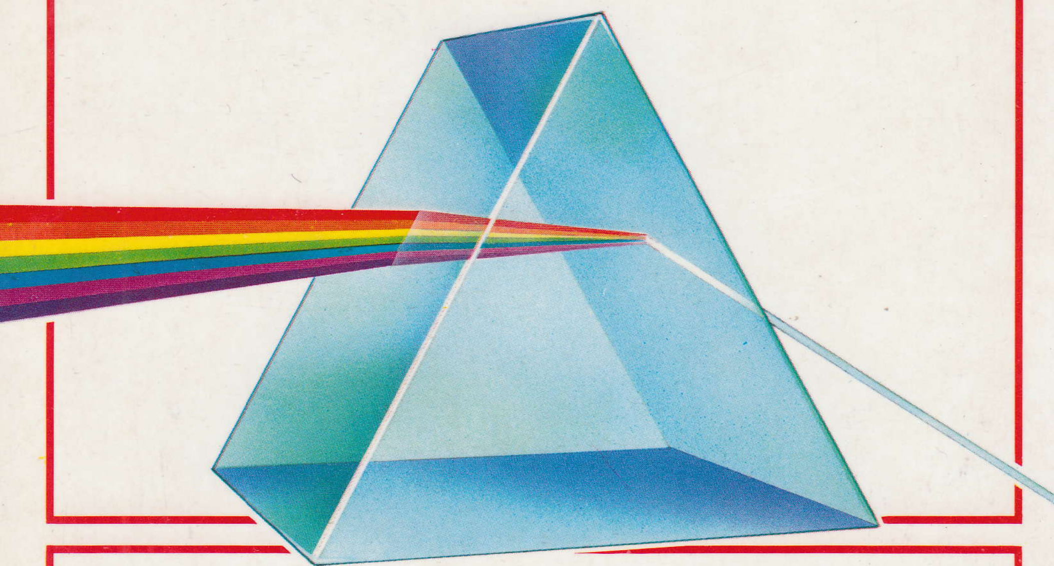
Bendrieji klausimai

Dydžiai ir vienetai 96
Lygtys, simboliai ir grafikai 98
Matavimas 100
Tikslumas ir paklaidos 102
Laukai ir jėgos 104
Vektoriniai ir skaliariniai dydžiai 108
Skaičių užrašymas 109
Elektrinių grandinių simboliai 110
Cheminiai elementai ir konstantos 112
Fizikinės medžiagų savybės 114
Žodynas 115
Rodyklė 116

ILIUSTRUOTI ŽINYNAI

Šios serijos iliustruoti žinynai — tai knygos, kuriose ne tik žodžiais, bet ir gausiomis iliustracijomis aiškinamos pagrindinių terminų reikšmės. Visas serijos knygas sudaro teminiai skyreliai, taigi terminai aiškinami bendrame kontekste, o apibrėžimus papildo detalūs paveikslai ir diagramos. Terminai išdėstyti pagal temas, juos nesunku rasti išsamiose rodyklėse, esančiose kiekvienos knygos pabaigoje. Knygos parengtos konsultuojantis su specialistais. Apibrėžimai pateikti paprastai ir aiškiai, o papildomi terminai aiškinami ten, kur jie pavartoti.

Dar šioje serijoje leidžiama:
Biologijos žinynas,
Chemijos žinynas.



ISBN 5-430-02261-6